

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MARCO DEOURO DERITTI

GESTÃO ENXUTA DA INFORMAÇÃO APLICADA AO FLUXO DE MODELAGEM
DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO

CURITIBA

2021

MARCO DEOURO DERITTI

GESTÃO ENXUTA DA INFORMAÇÃO APLICADA AO FLUXO DE MODELAGEM
DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Construção Civil, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, como requisito à obtenção do título de Mestre em Engenharia da Construção Civil.

Orientadora: Maria do Carmo Duarte Freitas, Profa. Dra.

CURITIBA

2021

CATALOGAÇÃO NA FONTE – SIBI/UFPR

D433g

Deritti, Marco Deouro

Gestão enxuta da informação aplicada ao fluxo de modelagem da informação da construção [recurso eletrônico]/ Marco Deouro Deritti - Curitiba, 2021.

Dissertação apresentada no Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Construção Civil, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, como requisito à obtenção do título de Mestre em Engenharia da Construção Civil.

Orientadora: Profa. Dra. Maria do Carmo Duarte Freitas

1. Gerenciamento da informação. 2. Administração de projetos 3. Engenharia Civil. I. Freitas, Maria do Carmo Duarte. II. Universidade Federal do Paraná. III. Título.

CDD 658.4038

Bibliotecária: Vilma Machado CRB9/1563

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ENGENHARIA CIVIL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **MARCO DEOURO DERITTI** intitulada: **GESTÃO ENXUTA DA INFORMAÇÃO NO FLUXO DE MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO**, sob orientação da Profa. Dra. MARIA DO CARMO DUARTE FREITAS, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 29 de Abril de 2021.

Assinatura Eletrônica

30/04/2021 17:07:23.0

MARIA DO CARMO DUARTE FREITAS

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

30/04/2021 14:51:53.0

SÉRGIO SCHEER

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

03/05/2021 11:59:10.0

CLARISSA NOTARIANO BIOTTO

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS)

Assinatura Eletrônica

11/05/2021 13:31:04.0

TATIANA GONDIM DO AMARAL

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS)

AGRADECIMENTOS

A primeira pessoa a quem devo agradecimentos é a minha orientadora, Dra. Maria do Carmo Duarte Freitas, uma vez que sem sua orientação, broncas, incentivos, e principalmente seu carisma, este trabalho não seria possível. Agradeço à minha família, minha mãe Claudete, meu pai Marco, minha irmã Gabriela e ao meu irmão Marco que me incentivaram a não desistir e seguir em frente no meu caminho para ser mestre.

Agradeço aos meus amigos, em especial Maiz Rech, Julia Blasius, João Humeniuk, Raphael Stanczak, Vitor Precoma, Fernando Boza, Alvaro Wszolek e João Matos por disporem de tempo para me ouvir e me fortalecer em coragem. Agradeço em especial a minha companheira de vida, Cristiane Rossatto, por todo carinho, incentivo, apoio, choros e sorrisos durante toda a jornada desta dissertação.

Também, como destaque, gostaria de agradecer à minha antiga estagiária Carolina Welzel que durante o pouco tempo em que trabalhamos juntos, pôde me ensinar a ser quem eu sou, trazendo ao meu trabalho mais humanidade, paciência, leveza e respeito. Pude mais aprender com ela do que de fato ensinar.

Gostaria também de agradecer à Universidade Federal do Paraná (UFPR) e à CAPES por me proporcionar todos os recursos necessários para a realização de minha pesquisa.

Além desses, agradeço ao Rafael Rosa, diretor da ATR Incorporadora por disponibilizar material intelectual de sua empresa para que pudesse ser utilizado neste trabalho. Agradeço ao Edvanio Teixeira junto da AltoQI pela disponibilização de uso do software QIVisus para o trabalho.

Por fim, e não menos importante, agradeço imensamente aos meus gatos Athena e Ragnar, que durante todo o tempo de pandemia e reclusão domiciliar – para proteção todos – me ajudaram com suas gracinhas, artes e brincadeiras, me fazendo sempre sorrir e me possibilitando enxergar alegria em gestos pequenos.

*"Seasons, they will change
Life will make you grow.
Dreams will make you cry, cry, cry
Everything is temporary
Everything will slide
Love will never die, die, die"
Imagine Dragons - Birds*

RESUMO

O Lean Construction é aplicado na construção civil e objetiva identificar em seus processos como aplicar seus princípios: valor, cadeia de valor, fluxo de valor, puxar e a melhoria contínua nas atividades de construções. O Lean Office é resultado de pesquisas aplicadas em escritório. No âmbito dos escritórios, constatou-se pelo mapeamento da informação que é possível melhorar o fluxo informacional para tomada de decisão. Os desperdícios oriundos da informação com baixa qualidade traz atrasos, má qualidade dos produtos, entre outros problemas. Os escritórios de engenharia e arquitetura que adotam em seus processos Building Information Modelling (BIM) possuem como um de seus principais elementos de valor a informação. Todo processo BIM é embasado na modelagem e tratamento da informação desde a concepção à manutenção e até a demolição de um empreendimento. Fato que motiva o objetivo da pesquisa que é desenvolver um fluxo de modelagem de informação aplicado ao Building Information Modelling mediado pelos princípios do gerenciamento enxuto das informações. Para tanto, os estudos na gestão da informação, a aplicação da mentalidade enxuta traz à discussão a conceituação do gerenciamento enxuto da informação, o Lean Information Management (LIM). A pesquisa foi dividida em etapas: uma revisão bibliográfica e integrativa com uma análise bibliométrica que auxilia na análise de conteúdo para trazer da teoria a sinergia do BIM e o LIM; depois uma simulação foi feita com a modelagem BIM exploratória para elucidar o fato de a informação ser considerada um elemento de valor importante. Após a constatação da aproximação e da identificação dos impactados, foi desenvolvida uma simulação de modelagem guiada pelos princípios do LIM. Durante a modelagem, constatou-se a necessidade de adaptações do fluxo e, a partir das análises feitas, elaborou-se um fluxograma LIM BIM para uso específico de orçamento BIM. Conclui-se, ao final, a importância de normativas e padronizações para um fluxo BIM e que de fato a aplicação do LIM ao BIM torna o fluxo de modelagem assertivo ao atendimento dos objetivos BIM do projeto.

Palavras-chave: Gestão de projetos. Gestão da informação. Lean Information. Building Information Modelling. Lean.

ABSTRACT

Lean Construction is applied in Civil construction and aims to identify in its processes how to apply its principles: value, value chain, value flow, pull and continuous improvement in construction activities. Lean Office is the result of office-applied searches. Within the offices it was verified by mapping the information that it is possible to improve the information flow for decision making. The waste stemming from low quality information brings delays, poor quality of products among other problems. The engineering and architecture offices that adopt in their processes Building Information Modelling (BIM) have as one of their main elements of value the information. Every BIM process is based on the modeling and treatment of information from conception to maintenance and even the demolition of an enterprise. A fact that motivates the objective of research that is to develop a flow of information modeling applied to the building information modelling mediated by the principles of lean information management. To this end, studies in information management, the application of lean mentality brings to the discussion the conceptualization of lean information management, Lean Information Management (LIM). The research was divided into stages: a bibliographic and integrative review with a bibliometric analysis that assists in content analysis to bring from theory the synergy of BIM and LIM; then he made a simulation with exploratory BIM modeling to elucidate the fact that information is considered an important element of value. After verifying the approximation and identification of the impacted, a modeling simulation guided by the principles of LIM was developed. During the modeling, it was verified the need for adaptations of the flow and from the analyses made, a LIM BIM flowchart was elaborated for specific use of BIM budget. Finally, the importance of regulations and standardizations for a BIM flow is concluded and that in fact the application of LIM to BIM makes the flow of assertive modeling to meet the BIM objectives of the project.

Keywords: Project manage. Information management. Building Information Modelling. Lean Information, Lean.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - DIMENSÕES DO BIM	26
FIGURA 2 - USOS DE INFORMAÇÕES	27
FIGURA 3 - CURVA DE IMPACTO FINANCEIRO BIM X TRADICIONAL	29
FIGURA 4 - DIAGRAMA IFC	30
FIGURA 5 - ESTRUTURA INTERNA DO IFC, EXEMPLO PAREDE	32
FIGURA 6 - IFCWALL VERSÃO IFC4	33
FIGURA 7 - DEFINIÇÕES PARA UM PORTA	36
FIGURA 8 - PIRÂMIDE DE FLUXOS E ESTOQUES	46
FIGURA 9 - PIRÂMIDE DE INFORMAÇÃO	47
FIGURA 10 - MODELO DIK2	48
FIGURA 11 - DIAMANTE INFORMACIONAL	49
FIGURA 12 - MODELOS DE GESTÃO DA INFORMAÇÃO	51
FIGURA 13 - FLUXO INFORMACIONAL	59
FIGURA 14 - FATORES-CHAVE E CATEGORIAS DO GERENCIAMENTO DA INFORMAÇÃO NO CONTEXTO PÓS-LEAN.....	61
FIGURA 15 - FATORES-CHAVE E CATEGORIA PRINCIPAL DE GERENCIAMENTO DE INFORMAÇÕES NO CONTEXTO PÓS-LEAN	62
FIGURA 16 - ESTRUTURA DE CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	64
FIGURA 17 - FLUXO DO PROCESSO DE MODELAGEM DO PROJETO – SIMULAÇÃO	69
FIGURA 18 - MAPA BIBLIOMÉTRICO RETIRADO DO VOSVIEWER	71
FIGURA 19 - PALAVRAS DESTACADAS VOSVIEWER.....	72
FIGURA 20 - OBJETOS MODELADOS NO ARCHICAD	77
FIGURA 21 - MESAS VISUALIZADAS NO SOLIBRI	78
FIGURA 22 - CONFIGURAÇÕES DA REGRA	79
FIGURA 23 - REGRA DE CHECAGEM DE PÉ-DIREITO	79
FIGURA 24 - TOTAL DE ERROS ENCONTRADOS.....	80
FIGURA 25 - TOTAL DE ERROS ECONTRADOS APÓS CLASSIFICAÇÃO	80
FIGURA 26 - PROPRIEDADES DA MESA	81
FIGURA 27 - CONFIGURAÇÃO TRADUTOR IFC.....	82
FIGURA 28 - EXTRAÇÃO DE INFORMAÇÕES DO TAMPO DA MESA	82
FIGURA 29 - EDIFÍCIO MODELO.....	84

FIGURA 30 - PLANTA PAVIMENTO TIPO	85
FIGURA 31 - PROPERTY SET DE ORÇAMENTO CRIADO NO ARCHICAD	86
FIGURA 32 - CONFIGURAÇÃO DE CONVERSÃO DE DADOS	87
FIGURA 33 - CHECAGEM DO PROPERTY SET NO SOLIBRI.....	88
FIGURA 34 - FILTROS NO QIVISUS.....	89
FIGURA 35 - ORÇAMENTO FINALIZADO	90
FIGURA 36 - ADAPTAÇÃO DO FLUXO DO PROCESSO DE MODELAGEM DO PROJETO – SIMULAÇÃO	92
FIGURA 37 - ATIVIDADES DOS PROCESSOS DO BIM EM PRINCÍPIOS DO LIM	94
FIGURA 38 - FLUXO LIM BIM	95

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - LODs SEGUNDO NORMATIVAS.....	38
QUADRO 2 - FREQUENCIA DE USO DAS FONTES DE INFORMAÇÃO	51
QUADRO 3 - FATORES DE ANÁLISE INFORMACIONAL.....	53
QUADRO 4 - CRITÉRIOS DE QUALIDADE DA INFORMAÇÃO	53
QUADRO 5 - DESPERDÍCIOS PROVENIENTES DA INFORMAÇÃO ME SCRITÓRIOS.....	55
QUADRO 6 - CAUSA DE DESPERDÍCIOS DA GESTÃO INFORMACIONAL.....	56
QUADRO 7 - RESULTADOS DAS BUSCAS	66
QUADRO 8 - PADRÃO DE BUSCA ZOTERO	66
QUADRO 9 - PROCESSOS DA GI x PILARES DO BIM	74
QUADRO 10 - APROXIMAÇÕES CONCEITUAIS LIM X BIM	76
QUADRO 11 - INFORMAÇÕES GERAIS DO PROJETO EXTRAIDAS DO BEP	83
QUADRO 12 - PARÂMETROS A SEREM EXPORTADOS (DADOS)	83

Lista de abreviaturas e siglas

AEC	- Arquitetura, engenharia, construção civil
BIM	- Building Information Modelling
GED	- Gestão eletrônica de documentos
GI	- Gestão da informação
LOD	- Level of Development
LI	- Lean Information
LIM	- Lean Information Management
LT	- Lean thinking
IFC	- Industry Foundation Classes
IFD	- Information Framework for Dictionaries
IDM	- Information Delivery Manuals
MVD	- Model View Definitions

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA	17
1.2 PRESSUPOSTO DA PESQUISA	18
1.3 OBJETIVOS	19
1.3.1 Objetivo geral	19
1.3.2 Objetivos específicos.....	19
1.4 JUSTIFICATIVA	19
1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	21
1.6 LIMITAÇÃO DA PESQUISA.....	22
2 GESTÃO DE PROJETOS EM BIM NA CONSTRUÇÃO CIVIL	23
2.1 <i>BUILDING INFORMATION MODELLING</i>	25
2.2 <i>INDUSTRY FOUNDATION CLASSES</i>	29
2.3 FLUXOS IDM, MVD E IFD.	33
2.4 NÍVEL DE DESENVOLVIMENTO EM BIM.....	37
2.5 INTEROPERABILIDADE.....	39
2.6 <i>BIM EXECUTION PLAN</i> (BEP)	41
2.7 SÍNTESE DO CAPÍTULO.....	44
3 DA INFORMAÇÃO AO <i>LEAN INFORMATION MANAGMENT</i>.....	45
3.1 INFORMAÇÃO	45
3.2 MODELO DE GESTÃO DA INFORMAÇÃO	48
3.3 QUALIDADE DA INFORMAÇÃO	52
3.4 DESPERDÍCIO DE INFORMAÇÃO ASSOCIADO AO PENSAMENTO ENXUTO (<i>LEAN THINKING</i>)	54
3.5 <i>LEAN INFORMATION MANAGEMENT</i>	58
3.6 FLUXO ENXUTO DA INFORMAÇÃO (<i>LEAN INFORMATION FLOW</i>)	59
3.7 SÍNTESE DO CAPÍTULO.....	62
4 ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO.....	64
4.1 ESTRUTURA DA PESQUISA	65
4.2 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA, DOCUMENTAL E REVISÃO INTEGRATIVA.....	65
4.3 SIMULAÇÃO	67
5 SINERGIA LIM E BIM E SIMULAÇÃO NA MODELAGEM EM PROJETO BIM ...	70
5.1 SINERGIA LIM E BIM	70
5.2 SIMULAÇÃO LIM BIM.....	77

5.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS APÓS SIMULAÇÃO	91
6 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	97
6.1 CONCLUSÕES DESTE PROJETO DE PESQUISA	97
6.2 CONCLUSÃO DA PESQUISA	99
6.3 RECOMENDAÇÕES PARA PESQUISAS FUTURAS.....	101
REFERÊNCIAS.....	103
APENDICE A – TRABALHOS FILTRADOS E SUAS RELAÇÕES COM AS	
MALHAS ATRAVÉS DE PALAVRAS CHAVES DAS MALHAS.....	114
ANEXO 1 – PERMISSÃO DE USO DE MATERIAL	119

1 INTRODUÇÃO

A conceituação do *Lean Thinking* (LT) por Womack e Jones (1997), como uma filosofia de gestão embasada nas práticas do sistema Toyota, que visa organizar processos em uma linha de produção, produz mudança na forma de pensar dos profissionais envolvidos e da definição dos princípios básicos (valor, cadeia de valor, fluxo, puxar e perfeição), permitiu adaptá-lo para outras estruturas para além da indústria automobilística (WOMACK E JONES, 2004). Uma dessas adaptações que surgiram embasadas no LT é o *Lean Information Management* (LIM), que tem como característica fundamental a identificação da Informação como valor.

Hammer (1997) conceitua e traz a aplicação do LIM como um complemento ao *Lean Enterprise* como ferramenta para direcionar e organizar os fluxos informacionais em processos, o que otimiza o desempenho de uma empresa em sua produção e disseminação de produtos. O autor traz cinco importantes regras relacionadas ao uso da informação em empresas que destacam a importância do fluxo informacional. As regras são: “As informações devem ser orientadas a objetivos; os requisitos de informação de todos os processos devem ser derivados dos principais processos de negócios; fornecimento de informações sob demanda; soberania da informação; logística de informações: retentor mínimo e disponibilidade *just-in-time*.”

Morgan e Liker (2006) explicam que os princípios enxutos promovem a diminuição de desperdícios de produção e melhoria da gestão e da qualidade das mudanças de engenharia. Fato que inspiraram Hölttä *et al.* (2010) a propor um modelo de gestão enxuta da informação (*Lean Information Management*). Os autores deixam claro que as maiores dificuldades no gerenciamento da informação estão na troca dessas, as quais são extraviadas ou esquecidas por falta de documentação ou registros.

Womack (2011) complementa e apresenta seis princípios para o LIM: i) simplificar todos os processos para a minimização da necessidade de gerenciamento de informações; ii) fazer com que todas as fases dos processos sejam capazes de serem executadas e disponíveis; iii) usar um controle de produção reflexivo ao montante contratado; iv) agendar cada fluxo de valor de apenas um ponto; v) tornar o gerenciamento das informações transparente; e vi) enviar informações em lotes

enxutos e fáceis de interpretação. Em concordância, Greef e Freitas (2012) definem o *Lean Information* como um conceito novo de gestão de fluxo de informação que visa atender os seis passos definidos por Womack (2011).

No âmbito do gerenciamento da informação, tem-se o *Lean information* (LI) também conhecido como fluxo enxuto da informação (FEI), que tem como ponto de partida o Lean office (LO), ambos são vertentes derivadas do *Lean*. Essas vertentes possuem análises distintas sendo que o LO analisa os processos e o LI analisa as informações (GREEF & FREITAS, 2012).

O LI embasado no *Lean Thinking* possui os mesmos princípios e tem também como objetivo a redução e/ou mitigação de desperdícios, contudo, o foco do LI é a redução provenientes de informações ou a falta delas, ou seja, seu foco é no fluxo informacional do desenvolvimento de um produto (WANG *et al.*, 2006).

É crescente a discussão nacional e internacional dos avanços na área de gerenciamento de informações em projetos com a inserção de tecnologias advindas da metodologia *Building Information Modelling* (BIM), com a migração dos projetos com diferentes pacotes de informações em dimensões diferentes como a 3D, 4D, 5D e 6D, isso trouxe um conceito de dados, variáveis e informações que não eram percebidas no âmbito do projeto de edificação (EASTMAN *et al.*, 2008).

Eastman *et al.* (2008) comenta que o BIM envolve os pilares (informação, política, processos, tecnologia e pessoas) quando aplicada as discussões sobre a cadeia produtiva da construção civil.

O gerenciamento de processos em BIM permite a modelagem geométrica e não geométrica/alfanumérica de dados e informações, além de operacionalizar o controle do fluxo informacional, o que entrega e o que não entrega para cada participante do processo (BUILDINGSMART, 2013; SUCCAR & KASSEM, 2016).

Quando se observa argumentos que envolvem o aumento de produtividade e/ou redução de desperdícios, torna-se possível refletir o BIM alinhado à filosofia *Lean*. Esta pesquisa estudará o tema LIM aplicado ao escritório de projeto e a empresa de construção civil. A motivação surge porque a cada empreendimento se faz necessário realizar o gerenciamento de projetos com um volume considerável de dados. A transformação dos dados em informação gerenciáveis documentadas em pranchas, anotações e planilhas mudaram para os softwares de desenho – CADs.

A inserção dessas variáveis numa tecnologia de informação e comunicação (TIC) no ambiente construído passou do CAD 2D, 3D e nD até ser reunida numa única plataforma de BIM (EASTMAN *et al.*, 2008). Em cada grupo de dimensões do BIM o conjunto de informações é diferente. Portanto, a expectativa é traçar um paralelo com a filosofia do *Lean Information* que tem por base o tratamento enxuto da informação, ação que visa observar o caminho das informações e o fluxo necessário para que não existam em excesso e nem falta nos processos decisórios (HICKS, 2007).

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Strassmann (1990) afirmou que a não relação entre os investimentos de Tecnologia e informação (TI) com a estrutura de processos e desempenho de negócios leva uma empresa a ter problemas em suas produções.

Hammer (1997), em complemento, identificou além da falta da relação das áreas três problemas que são os responsáveis por processos de negócios falhos que geram produtos defeituosos em um contexto geral, tais como: resistência a mudanças na reengenharia de processos das questões organizacionais; foco na capacitação da TI e no uso sem considerar mudança no processo e não é dada a devida atenção ao gerenciamento das informações.

O BIM como metodologia é entendido como um facilitador na construção civil, principalmente no que tange à fase de concepção de projetos, pois através dele é possível simular digitalmente uma edificação e avaliar possíveis problemas de execução (EASTMAN *et al.*, 2008).

As simulações digitais mitigam o envio de projetos falhos e sem compatibilização à obra, um exemplo comum que eventualmente é resolvido em obra, são os conflitos de tubulações de hidráulica com elementos estruturais sem a previsão de furações ou desvios (NASCIMENTO *et al.*, 2017).

Com a implementação dessa metodologia em escritórios de projeto, o conceito da engenharia integrada surge como fundamental para o desenvolvimento do BIM. Para Eastman *et al.* (2008), a aplicação do BIM não envolve apenas projetistas e sim todo o conjunto de pessoas ou grupos responsáveis pelo processo da construção de um empreendimento e suas políticas envolvidas.

No âmbito da política, no Brasil se tem o Decreto Federal Nº10.306 publicado em 2 de abril de 2020, o Governo Federal Brasileiro estabelece o uso da metodologia BIM em órgãos públicos a partir de 1 de janeiro de 2021.

O Decreto estipula também um calendário de amadurecimento BIM no Brasil, com a definição de três fases de implementação nos setores da Arquitetura e Engenharia da construção (AECO) referentes a obras públicas. As fases são divididas entre os anos 2021, 2024 e 2028.

Entretanto, observa-se que o decreto não indica nenhuma normativa a ser seguida. Além disso, também não é estipulado nenhum padrão de troca de informações entre os modelos e dimensões a serem contratadas, levantando possibilidades de muitos desperdícios provenientes do mal uso das informações no modelo.

Baseado no contexto abordado, levanta-se o questionamento: A aplicação da gestão da informação Lean promove a melhoria da qualidade de produtos como projetos BIM?

1.2 PRESSUPOSTO DA PESQUISA

Para responder à questão problema e auxiliar na limitação do escopo da pesquisa na gestão e gerenciamento de informação, foram levantados os seguintes pressupostos:

- O conceito do *Lean* tem uma sinergia com o fluxo de modelagem de informação (SACKS *et al.*, 2009)
- A aplicação ao BIM traz bons resultados de produtividade (NASCIMENTO *et al.*, 2017) (MOLASALEHI *et al.*, 2018).
- Uma gestão eficaz da informação traz benefícios produtivos ao ciclo de desenvolvimento de um projeto elaborado em BIM (SUCCAR, POIRIER, 2020) (SUCCAR; SHER; WILLIAMS, 2012).
- Entende-se que no BIM tem em seu processo a informação como principal recurso de valor (SUCCAR, POIRIER, 2020).

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 *Objetivo geral*

O objetivo geral é desenvolver um fluxo de modelagem de informação aplicada ao *building information modelling* mediado pelos princípios do gerenciamento enxuto das informações trazidos por Womack (2011).

1.3.2 *Objetivos específicos*

- pesquisar a sinergia entre os conceitos LIM e BIM;
- demonstrar os processos e os impactos da informação na modelagem convencional em BIM;
- modelar a aplicação dos princípios do LIM em um fluxo de modelagem em BIM;
- analisar o fluxo de uma modelagem BIM convencional e comparar com uma modelagem feita com os princípios do LIM.

1.4 JUSTIFICATIVA

Eastman *et al.* (2008) listam os benefícios do BIM para a construção civil, tais como: melhoria significativa de produtividade; projetos mais eficientes; detalhes e produção mais rápidos; redução do retrabalho; suporte otimizado para automatizar e reduzir erros devido à coordenação interna; comunicação com o cliente; visualização do projeto; melhoria da colaboração multidisciplinar.

A produtividade na elaboração dos projetos através do BIM como metodologia é maior em comparação aos métodos tradicionais. Os atrasos em obra devido a retrabalho com documentações e detalhamentos construtivos exige a mitigação a partir do uso desses conceitos (NITSCHKE, 2015).

O BIM também traz aos escritórios a redução de desperdícios de produção, papéis, entre outros, se assemelhando à filosofia Lean Office que tem por objetivo a redução de desperdícios. Womack e Jones (1997) definem os desperdícios de um

escritório em sete categorias: superprodução; espera; transporte; processamento; movimentação; defeitos ou correções; e estoque.

Entendendo os desperdícios de um escritório, o LIM objetiva a redução de desperdícios até mesmo tecnológicos, no sentido em que o profissional necessita avaliar as potencialidades da tecnologia a ser adquirida para que tenha a certeza de que ela não será algo além do que o real necessário para sua linha de processos (HÖLLTÄ *et al.* 2010).

Hammer (1997) traz de maneira complementar o Lean Enterprise como uma forma de não apenas otimizar a eficiência de uma rede de processos, mas também para a flexibilidade que ele oferece em comparação com formas mais tradicionais de execução de uma organização.

Contudo, ainda, o autor comenta que uma vez que o conceito do Lean Enterprise é holístico, também há nele consequências relacionadas a forma de tratamento das informações. Neste aspecto, Hammer (1997) demonstra o conceito do LIM como a gestão da informação que se define como uma gestão do ciclo de vida orientada para todos os objetivos de todos os tipos de informações envolvidas.

Dentro do âmbito da construção civil, o pensamento enxuto tem levado ao desenvolvimento de novos sistemas de planejamento e controle tanto em projetos quanto em obras, além de permitir o desenvolvimento de outras práticas para a melhoria da gestão das atividades relativas à construção civil (NEVES DA SILVA, 2017).

Na busca da sinergia entre os conceitos, Clemente (2012) traz alguns benefícios que essa sinergia proporciona:

- aumento da qualidade na execução dos processos;
- aumento da colaboração entre equipes;
- sistema transparente de troca de informação entre todos os participantes;
- aproveitamento das capacidades de cada participante de um projeto;
- tomada de decisões com base em valores coerentes;
- redução do desperdício e tempos de execução dos processos.

Gamil (2017) traz a visão da sinergia entre os conceitos de forma que a metodologia BIM se aplica como uma tecnologia que será utilizada para atender ao objetivo do projeto (reduzir o desperdício e agregar valor ao produto) e o *Lean* é o ambiente necessário, a fim de obter os benefícios do uso desta tecnologia.

O uso dos princípios *Lean* em processos BIM, favorece a troca de informações e cria uma rede social mais coesa com mais colaboração e conexões dentro e entre as diferentes equipes (HATTAB, HAMZEH, 2015).

Outro fator que justifica a relevância do debate é o Decreto Nº 10.306 de 2020 que institucionaliza o uso do BIM para obras públicas a partir do ano de 2021 (BRASIL, 2020). Fato que torna importante que metodologias sejam estudadas para serem colocadas em prática de maneira funcional. Arnal (2018) em sua teoria das dez dimensões do BIM explica que a primeira dimensão é a implantação de protocolos BIM no país e/ ou organização, ou seja, neste contexto o Brasil inicia em 2021 a primeira dimensão BIM.

1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Neste tópico é explicada a estrutura da dissertação apresentada. Ela se constitui em 6 capítulos, sendo eles explicados a seguir.

O capítulo 1 abrange a introdução desta, ele apresenta uma contextualização dos temas abordados, o problema a ser resolvido, os objetivos, geral e específicos, e a justificativa para a sua realização.

Os capítulos 2 e 3, denominados de Revisão de literatura, trazem a abordagem teórica dos conceitos supracitados nesta pesquisa. Primeiramente se apresenta a contextualização da gestão de projetos em BIM, conceitos envolvidos como o IFC e sua estrutura, fluxos informacionais na modelagem, interoperabilidade e o BEP, na sequência é introduzida a informação para que seja explicado e contextualizado o LIM.

O capítulo 4 é chamado de Encaminhamento Metodológico, com o detalhamento das estratégias utilizadas na pesquisa que compõe essa investigação.

O capítulo 5 apresenta a sinergia entre os conceitos LIM e BIM; a demonstração dos processos e os impactos da informação na modelagem convencional em BIM; a

modelagem da aplicação dos princípios do LIM em um fluxo de modelagem em BIM e a análise dos dados.

As considerações finais trarão uma discussão sobre os pressupostos comprovados ou refutados, as reflexões do autor a respeito do tema, ressaltando o cumprimento dos objetivos e as discussões a respeito dos resultados obtidos, encerrando, portanto, com o capítulo 6.

1.6 LIMITAÇÃO DA PESQUISA

Para o desenvolvimento da pesquisa, foram adotadas as seguintes limitações:

Softwares: a pesquisa se limitou nos softwares de domínio do autor e devido à disponibilidade de licença que foram emprestadas pela empresa do autor que são: Archicad, Solibri Office e QI Visus.

Escopo da simulação: A simulação se limitou no fluxo de modelagem para orçamento devido a abrangência significativa e impactante na construção civil e pela vivência no dia a dia de trabalho do autor.

Base orçamentária: Foi considerada a base do SINAPI devido a ela ser uma base aberta e disponível e uma das bases mais utilizadas no Brasil para orçamento.

Bases de consulta: A pesquisa se limitou em consultar apenas Science Direct (Elsevier); Taylor and Francis e Scielo.

2 GESTÃO DE PROJETOS EM BIM NA CONSTRUÇÃO CIVIL

O cenário vigente da Indústria da Arquitetura e Engenharia da Construção (AEC) é de busca constante de melhorias em seus processos e projetos que passam pela redução de desperdícios e melhoria de produtividade e organização. No campo da gestão de projetos, o BIM, em sua estrutura, se apresenta com métodos de trabalho que colocam em evidência as informações trabalhadas e/ou modeladas para que traga a transparência da informação e fique nítido o que pode ou não ser considerado um desperdício (BUILDINGSMART, 2015; CRESPO, RUSCHEL, 2007).

As primeiras discussões apontando a gestão de documentos para o auxílio da gestão de projetos estão descritas por Giadon, Mendes Junior e Scheer (2001), que afirmam ser o gerenciamento eletrônico de documentos (GED) algo inovador e que possibilita ao usuário um método de visualização e busca de novas soluções para melhorias de processos.

O BIM se consolidou como uma frente nova para a construção civil em meados da década de 90, desde sua consolidação na indústria AEC, discussões de como desenvolver projetos com base nessa metodologia surgem, além também de novas tecnologias surgirem para o desenvolvimento de um projeto (EASTMAN *et al.*, 2008).

Os autores afirmam que essa metodologia proporciona vantagens ao usuário, começando pela modelagem virtual de uma edificação e a modelagem das informações do empreendimento o que aproxima a construção digital da física, fornecendo transparência de dados para rastreabilidade e checagem. Logo, para a melhoria de processos no âmbito da gestão de projetos na indústria da AEC, pode-se trazer o BIM como uma metodologia que engloba não só a gestão de projetos de maneira colaborativa, mas também a gestão da informação da construção (EASTMAN *et al.*, 2008).

Scheer *et al.* (2010) afirmam que a gestão do projeto ganhou mais espaço com o aumento da digitalização dos projetos e a evolução tecnológica, além também de ganhar maior atenção da indústria AEC como uma ferramenta essencial para o desenvolvimento fluido de um projeto. Por exemplo, ao analisar o fluxo informacional na secretaria de obras públicas do Paraná, Oliveira (2009) traz um mapeamento que

identifica as necessidades de informação como premissa para que seja desenvolvido o fluxo informacional.

Oliveira (2009) amplia a discussão de tecnologias na forma de sistemas específicos da construção civil aos citados por Rezende e Abreu (2003) como as ferramentas que auxiliam na gestão das informações, tais como: sistemas de processamento de transações; sistemas de base de conhecimento; sistemas de informação gerencial; sistemas de apoio a decisão; sistema de informações para executivos; e sistemas de suporte a executivos.

A gestão em escritórios de projetos necessita controlar seus processos e as informações que serão as geradoras das habitações com diferentes usos. Estudos realizados por Freitas *et al.* (2014) afirmam que ao se aplicar parâmetros *Lean* em um escritório de projetos, tem como resultado o desenvolvimento de um guia estratégico de gestão enxuta da informação que define com maior assertividade as categorias que devem ser otimizadas para o alcance dos objetivos e resultados da empresa.

A função de coordenação do projeto é apontada por Campestrini *et al.* (2015) como necessária e obrigatória independentemente do tipo de empreendimento e de sua cadeia de valor, pois a coordenação atuará do início ao fim no acompanhamento da cadeia de valor.

No âmbito da coordenação para o auxílio em práticas de gestão existe a *Project Management Institute* (PMI), instituto internacional sem fins lucrativos, traz padrões, métodos ágeis e conceitos para a gestão de projetos. Ainda Campestrini *et al.* (2015) comentam que um Coordenador de projetos deve estar atento à prática da colaboração para que assim sejam fomentadas soluções necessárias para o desenvolvimento de um projeto pelas equipes. Também um coordenador de projeto deve atentar ao fluxo de informações passadas de uma etapa para outra mantendo o controle total da cadeia de valor envolvida no empreendimento.

Dawood, Vukovic (2015) destacam que o BIM possui um fluxo de informações que considera seus ciclos de vidas, e esse fluxo é dividido em quatro pilares principais: tecnologias, processos, pessoas e políticas. Elementos destacados nas citações dos autores acima.

Assim, surge a perspectiva de aplicar os conceitos do LIM ao BIM, a partir do contexto e da necessidade da transparência, então a organização e o armazenamento

de dados de um empreendimento se tornam mais otimizados e garantem a redução de perdas e desvios de informações (LIN *et al.*, 2016).

Wang *et al.*, (2020) relatam que o conceito da gestão da informação (GI) e do *lean think* (LT) aplicados a um projeto BIM reduziram erros em projeto significativamente, atingindo valor de 12% a menos de erros em projeto. Comentam que obtiveram estes feitos ao adotarem os conceitos de *lean thinking* para investigar o mapeamento do fluxo de valor aplicado ao treinamento operacional, usando um programa de treinamento personalizado baseado em realidade virtual.

Sacks *et al.*, (2009a) propõem uma técnica de simulação e fazem uma discussão da sinergia entre o BIM e o *Lean Construciton*. A sinergia entre os conceitos estudados pelos autores se deu com base na simulação da edificação para análise dos processos e reestruturação de estratégia para que a construção se tornasse mais enxuta, essa simulação iniciou-se com a modelagem 3D e o sequenciamento 4D que simula as etapas construtivas da edificação (SACKS *et al.*, 2009a).

Finalmente, resgata-se as análises de Sacks *et al.* (2009b, 2010) que identificaram 56 interações possíveis entre o Lean e o BIM através de simulações e desenvolveram uma matriz com a explanação dessas interações e se elas já foram ou não testadas e pesquisadas. Dentre as 56 interações possíveis, 15 tratam do fluxo de informações, e dessas 15, 12 foram comprovadas por meio de testes e pesquisas. As demais interações trazidas que não foram comprovadas e estão relacionadas ao fluxo de informação são: integração entre empresas; montante de desenhos emitidos para um processo; e entrega de lotes de modelos com informações enxutas. A realização das simulações requer saber afinal o que é BIM.

A ISO 19650-2:2018 em complemento demonstra à indústria AEC não só a necessidade de existir a gestão da informação nos projetos como também sugere a utilização de matrizes de responsabilidades de gestão de informação, onde devem ser identificadas com clareza as partes responsáveis por cada informação a ser seguida.

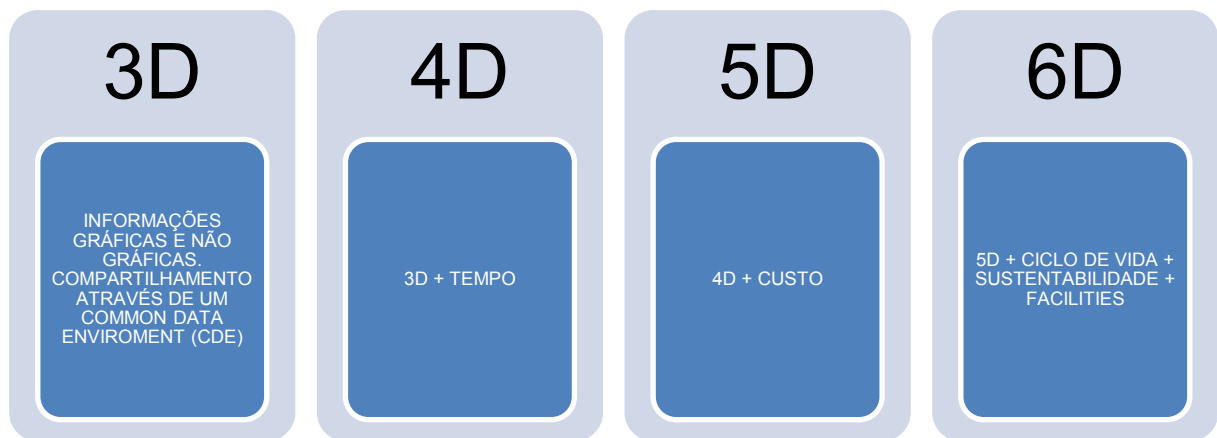
2.1 BUILDING INFORMATION MODELLING

O BIM em sua essência é uma metodologia integrativa dentro da indústria da AECO, trazendo a colaboração e a troca de informações padronizadas entre todos os participantes de um projeto (EASTMAN *et al.*, 2008).

Em complemento com a ideia trazida pelo autor, Succar (2016) ainda diz que o BIM integra as informações em diferentes escalas de acordo com a finalidade do uso de um modelo BIM, esses usos podem ser, por exemplo, para fins de orçamento, planejamento, compatibilização, quantitativos, simulações energéticas entre outros.

Nesse contexto de controle da informação, o BIM é composto de dimensões, sendo que em cada uma o conjunto de informações a serem trocadas são diferentes umas das outras (FIGURA 1).

FIGURA 1 - DIMENSÕES DO BIM



Fonte: Adaptado McPartland (2017)

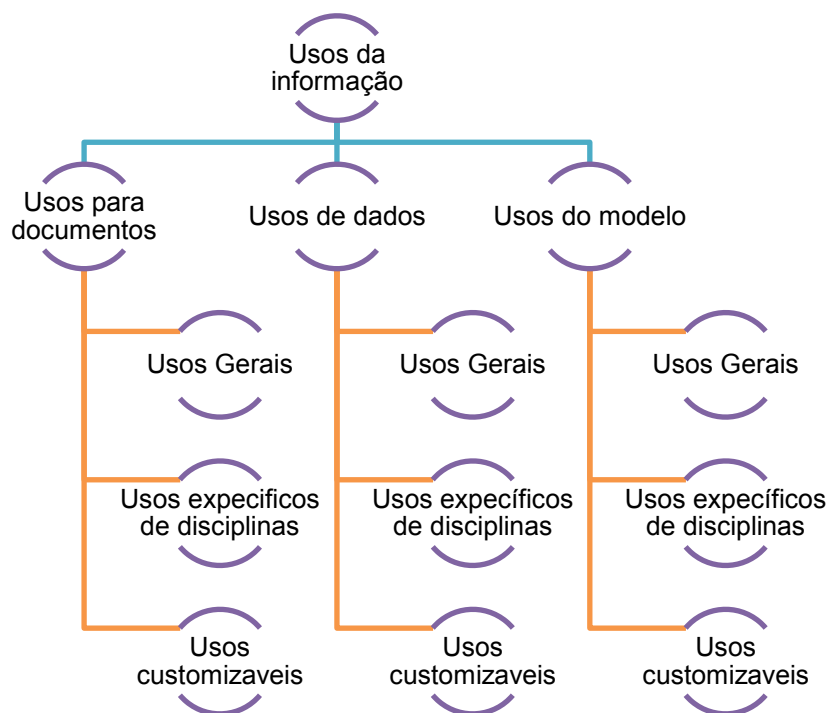
Nitschke (2015) destaca que no BIM a dificuldade no gerenciamento da informação está na troca delas, uma vez que a falta de registros ou documentos acarreta extravios ou esquecimentos.

Ao melhorar a teoria das dimensões BIM, Succar, Saleeb e Sher (2016) discutem os usos de modelos baseados na estrutura das informações utilizadas para lidar com o modelo BIM.

Ainda assim, segundo os autores, as definições de uso do modelo trazem benefícios ao designer e ao usuário a identificação precisa dos requisitos e entregas dos projetos de acordo com a ordem do processo do projeto. A estrutura para definir o uso do modelo baseia-se principalmente na identificação do uso das informações.

Succar (2009) traz na FIGURA 2 uma definição de uso do modelo da informação.

FIGURA 2 - USOS DE INFORMAÇÕES



Fonte: Succar (2016)

Entendido que a informação pode ser utilizada de diferentes formas, é importante um controle delas, e este controle deve estar presente em um empreendimento com o uso de um *BIM Execution Plan* (BEP). O BEP, por sua vez, tem como objetivo servir como um caderno de instruções para cada fase do ciclo de vida de um empreendimento (MCARTHUR, SUN 2015; LIN *et al.*, 2016).

Em geral, é nele que consta quais as fases de entrega que existirão para um projeto, os responsáveis por cada atividade, por onde será a comunicação e troca de informações e os formatos de arquivo que serão ou não entregues, além também das políticas de privacidade com relação aos direitos autorais de cada projeto do empreendimento (MCARTHUR, SUN 2015; HADSAMAN *et al.* 2016).

Contudo, para que haja um fluxo entre os diferentes setores e participantes de um projeto, é necessário um formato de troca de dados e informação em comum e que seja lido nos diferentes *softwares*, sendo que existem mais de 200 *softwares* BIM, sem a necessidade de uma ferramenta ou um software específico com um formato de arquivo proprietário (DAWOOD, VUKOVIC, 2015).

Para atender essa troca de informações, é utilizada uma descrição digital padronizada da construção civil denominada como *Industry Foundation Classes* (IFC). Nessa descrição são encontradas todas as informações e dados de um

empreendimento, desde dados de geometria como manuais de operação e pós-operação de um equipamento (IFC WIKI, 2019).

Como na descrição IFC é salvo os dados de um projeto, é possível entender que essa pode ter padrões diferentes e sua estrutura pode mudar de acordo com o uso específico do projeto. Além disso, em cada dimensão BIM a estrutura de informações é diferente, para um melhor controle do nível delas existem os *Levels of development* (LOD) que ditam o nível de desenvolvimento da modelagem das informações de um projeto. Os LODs não possuem diretamente um vínculo com as dimensões, portanto é possível encontrar níveis de desenvolvimento maiores em uma dimensão 3D do que em um 5D (MCPARTLAND, 2017).

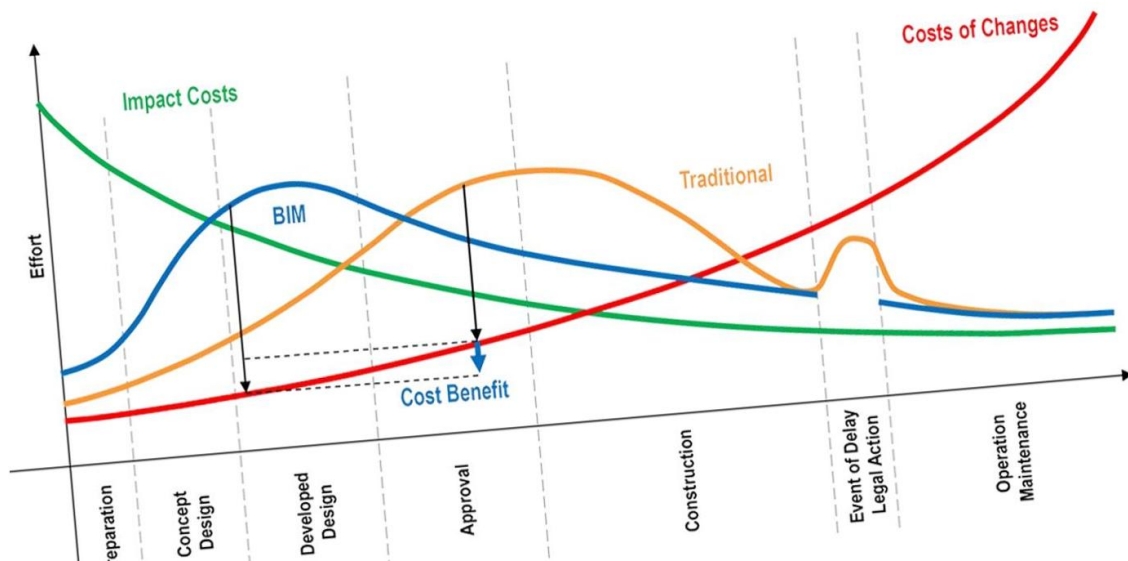
Dependendo da normativa a ser seguida, o conjunto de informações para cada LOD varia um pouco, porém, independente de qual normativa, a lógica de quantidade e níveis de informação é a mesma, seguindo sempre uma ordem crescente (ADDOR *et al.*, 2015). O LOD é baseado no nível de geometria, *level of geometry* (LOG) juntamente com o nível de informação, *Level of information* (LOI) (ADDOR *et al.*, 2015; KIVINIEMI *et al.*, 2008).

O LOI é o conjunto de informações não geométricas/alfanuméricas para o desenvolvimento de um modelo, tais como nome de fabricante, tempo federado de execução, custo, entre outras informações (ADDOR *et al.*, 2015).

Addor *et al.* (2015) trazem a importância de controlar o LOI durante a modelagem para que assim não haja informações em excesso que possam vir a prejudicar o fluxo de trabalho e/ou informações em falta provocando retrabalhos e/ou prejuízos para o empreendimento. Em complemento, Nitschke (2015) esclarece que o BIM tem como objetivo o desgaste maior na fase de concepção e detalhamento dos projetos, ou seja, antes de qualquer documento ir para a obra.

Ainda Nitschke (2015) diz que o prejuízo maior em qualquer empreendimento onde o método tradicional foi aplicado é encontrado em obra, figurando em um gráfico adaptado da original Curva de MacLeamy, que traz em 2001 a primeira figuração através de uma observação em que trazer os esforços de um projeto para a fase de concepção diminui os impactos de custos na obra (FIGURA 3).

FIGURA 3 - CURVA DE IMPACTO FINANCEIRO BIM X TRADICIONAL



FONTE: Nitschke (2015)

Mandujano *et al.* (2016) afirmam que o BIM reduz tempo e desperdício em relação aos projetos tradicionais e apontam a necessidade de complementar a metodologia BIM com a implantação do Lean para a redução dos desperdícios ainda encontrados em escritórios que usam o BIM, especialmente na gestão das informações de um projeto.

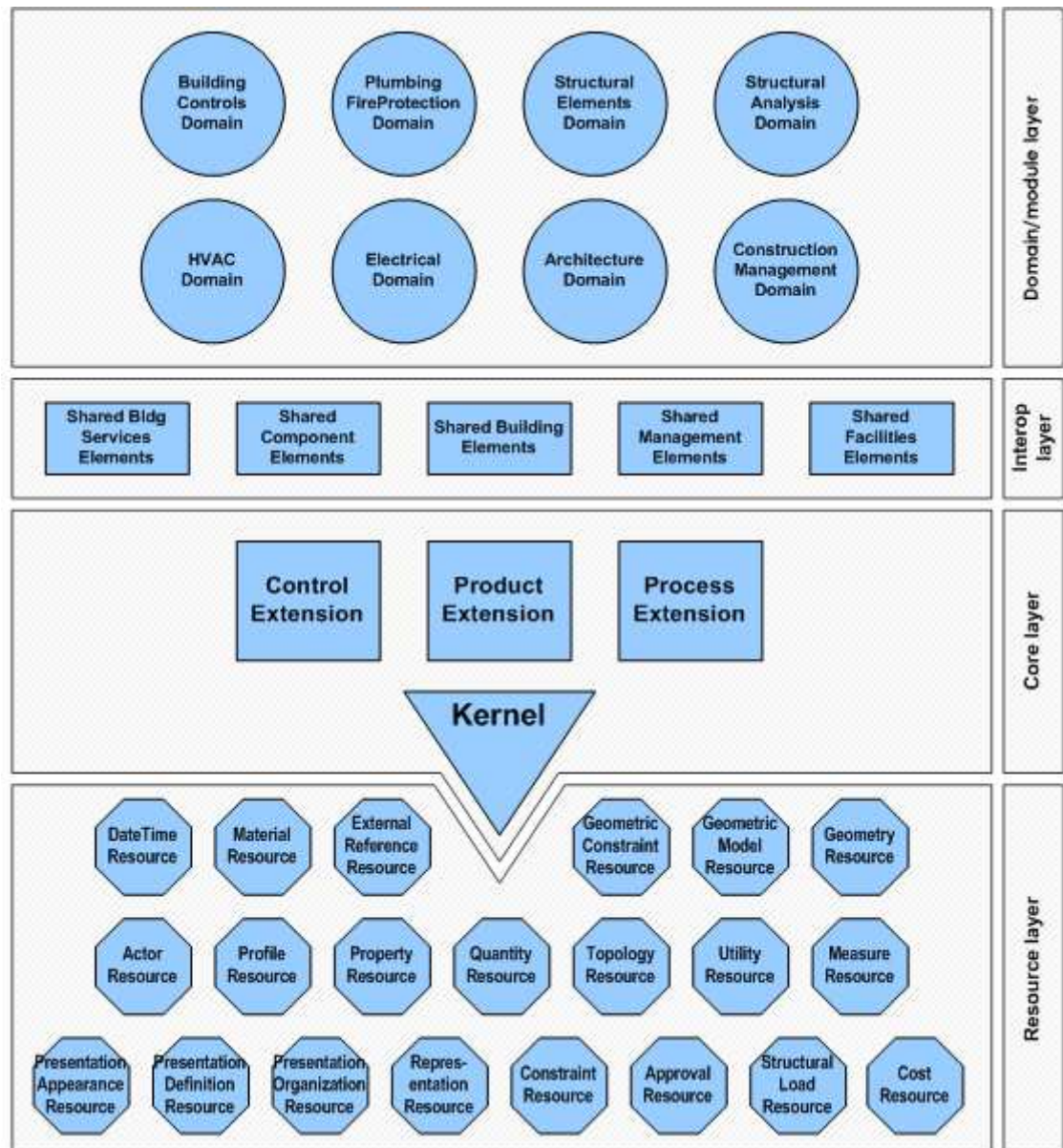
Pelo fato de o BIM não ser uma plataforma ou uma tecnologia propriamente dita, muitos desenvolvedores criaram inúmeros softwares embasados nas premissas e normativas advindas de estudos da *BuildingSMART*. Todos esses possuem em comum o uso do formato de neutro IFC.

2.2 INDUSTRY FOUNDATION CLASSES

Para que exista uma comunicação eficiente entre softwares diferentes, foi necessário o desenvolvimento de um padrão de descrição das informações que são modeladas ou editadas nos softwares para que outros possam ler e compreender. Nesse âmbito surge a descrição digital IFC que tem como objetivo ser uma forma de descrição padronizada das informações da construção digital.

A ISO 16739 trata o IFC como uma estrutura que esquematiza o processo de troca de dados e informações entre softwares de modelagem digital da construção. Sua estrutura é dividida em camadas organizadas, estrutura e com objetivos diferentes (FIGURA 4).

FIGURA 4 - DIAGRAMA IFC



FONTE: Technical BuildingSMART IFC4 Schema (SD)

As camadas IFC são (Technical BuildingSMART IFC4 Schema SN):

- **Resource layer:** Inclui todos os esquemas individuais que contenham definições de recursos, essas definições não incluem um identificador globalmente único e não devem ser usadas independentemente de uma definição declarada em uma camada mais alta;
- **Core layer:** Trata do esquema do kernel e dos esquemas de extensão do núcleo, contendo as definições mais gerais da entidade, todas as entidades definidas na camada central ou acima carregam um id

globalmente único e informações de proprietário e histórico de proprietários e históricos;

- Interoperability layer: Contempla os esquemas contendo definições de entidades específicas para um produto geral, processo ou especialização de recursos usados em várias disciplinas essas definições são tipicamente utilizadas para troca entre domínios e compartilhamento de informações de construção;
- Domain layer: Define os esquemas contendo definições de entidades que são especializações de produtos, processos ou recursos específicos para uma determinada disciplina, essas definições são tipicamente utilizadas para troca intradomínio e compartilhamento de informações.

Diante disso, para cada conjunto de dados de IFC existe uma hierarquia deles e de informações a serem gravadas ou estocadas. Tendo em vista essa estruturação e a quantidade de dados que pode ser inserida, existe a necessidade do controle desse fluxo e da busca de ferramentas para que haja o controle e gestão desses dados e informações.

De acordo com BuildingSMART International (2013) (BSI), o IFC é uma especificação aberta e neutra para a modelagem de informações BIM. Essa especificação consiste em esquema de dados que são representados por esquemas EXPRESS e/ou XML.

Ainda segundo a BSI, os esquemas IFC incluem termos, conceitos, especificações de dados, origem, usabilidade entre outros elementos advindos das disciplinas existentes na AEC, podendo ser utilizada para a troca de informações entre elas dentro de uma mesma linguagem comum sem a necessidade da reescritura de dados e elementos.

Para cada conjunto de dados de IFC existe uma hierarquia de dados e informações a serem gravados ou estocados. Tendo em vista essa estruturação e a quantidade de dados que podem ser inseridos, Dawood & Vukovic (2015) trazem a necessidade do controle desse fluxo e buscam sugerir ferramentas para que haja esse controle e gestão.

Ao entrar na base de uma IFC, é possível ver em linhas de comandos sua estrutura de maneira mais específica como mostrado na FIGURA 5 a seguir. Esse tipo de estrutura pode ser aberto em qualquer software de TXT, como, por exemplo, o bloco de notas do Windows.

FIGURA 5 - ESTRUTURA INTERNA DO IFC, EXEMPLO PAREDE

```

ENTITY IfcWall;
  ENTITY IfcRoot;
    GlobalId          : IfcGloballyUniqueId;
    OwnerHistory      : IfcOwnerHistory;
    Name              : OPTIONAL IfcLabel;
    Description        : OPTIONAL IfcText;
  ENTITY IfcObjectDefinition;
  INVERSE
    HasAssignments    : SET OF IfcRelAssigns FOR RelatedObjects;
    IsDecomposedBy     : SET OF IfcRelDecomposes FOR RelatingObject;
    Decomposes        : SET [0:1] OF IfcRelDecomposes FOR RelatedObjects;
    HasAssociations    : SET OF IfcRelAssociates FOR RelatedObjects;
  ENTITY IfcObject;
    ObjectType        : OPTIONAL IfcLabel;
  INVERSE
    IsDefinedBy       : SET OF IfcRelDefines FOR RelatedObjects;
  ENTITY IfcProduct;
    ObjectPlacement   : OPTIONAL IfcObjectPlacement;
    Representation     : OPTIONAL IfcProductRepresentation;
  INVERSE
    ReferencedBy      : SET OF IfcRelAssignsToProduct FOR RelatingProduct;
  ENTITY IfcElement;
    Tag               : OPTIONAL IfcIdentifier;
  INVERSE
    FillsVoids         : SET [0:1] OF IfcRelFillsElement FOR RelatedBuildingElement;
    ConnectedTo        : SET OF IfcRelConnectsElements FOR RelatingElement;
    HasCoverings       : SET OF IfcRelCoversBldgElements FOR RelatingBuildingElement;
    HasProjections     : SET OF IfcRelProjectsElement FOR RelatingElement;
    HasStructuralMember : SET OF IfcRelConnectsStructuralElement FOR RelatingElement;
    ReferencedInStructures : SET OF IfcRelReferencedInSpatialStructure FOR RelatedElements;
    HasPorts           : SET OF IfcRelConnectsPortToElement FOR RelatedElement;
    HasOpenings        : SET OF IfcRelVoidsElement FOR RelatingBuildingElement;
    IsConnectionRealization : SET OF IfcRelConnectsWithRealizingElements FOR RealizingElements;
    ProvidesBoundaries : SET OF IfcRelSpaceBoundary FOR RelatedBuildingElement;
    ConnectedFrom      : SET OF IfcRelConnectsElements FOR RelatedElement;
    ContainedInStructure : SET [0:1] OF IfcRelContainedInSpatialStructure FOR RelatedElements;
  ENTITY IfcBuildingElement;
  ENTITY IfcWall;
END_ENTITY;

```

FONTE: BuildingSMART (2013)

A FIGURA 5 representa o IFC em sua versão 2x3. Em sua versão mais atualizada até o ano de 2020, a estrutura do IFC4 enxuga as linhas de comando, agrupando-as em subgrupos de maneira mais organizadas como mostrado na FIGURA 6.

FIGURA 6 - IFCWALL VERSÃO IFC4

```

ENTITY IfcWall
  SUPERTYPE OF(ONEOF(IfcWallElementedCase, IfcWallStandardCase))
  SUBTYPE OF (IfcBuildingElement);
  PredefinedType : OPTIONAL IfcWallTypeEnum;
  WHERE
    CorrectPredefinedType : NOT(EXISTS(PredefinedType)) OR
    (PredefinedType <> IfcWallTypeEnum.USERDEFINED) OR
    ((PredefinedType = IfcWallTypeEnum.USERDEFINED) AND EXISTS (SELF\IfcObject.ObjectType));
    CorrectTypeAssigned : (SIZEOF(IsTypedBy) = 0) OR
    ('IFCSHAREDBLDGELEMENTS.IfctWallType' IN TYPEOF(SELF\IfcObject.IsTypedBy[1].RelatingType));
END_ENTITY;

```

FONTE: BuildingSMART (2013)

De acordo com a BuildingSMART (2013), é importante entender as diferenças entre as versões devido ao impacto que pode causar no fluxo de gerenciamento das informações de um determinado elemento ou de um projeto como um todo. Para Kiviniemi *et al.* (2008) e Lin *et al.* (2016), um fluxo ideal de um projeto em BIM deve ser baseado na estruturação da IFC, onde o projetista em seu software exportará para o projeto em um modelo IFC de acordo com a finalidade de uso dele.

Diante do exposto, Steel & Drogemuller (2009) alegam que uma operação baseada em IFC pode não ser confiável, devido aos métodos de implantação da leitura IFC nos softwares e devido ao manuseio de tradutores por usuários sem conhecimento e/ou experiência.

A BuildingSMART (2011) afirma que para o atendimento de uma operação através de um fluxo interoperável através de modelos IFC, é necessário o entendimento de sua estrutura e os fluxos informacionais por trás da troca de modelos não proprietários. Esses fluxos são apresentados a seguir.

2.3 FLUXOS IDM, MVD E IFD.

De acordo com o Decreto N° 10.306, interpreta-se que a maturidade BIM será alcançada no decorrer das três fases de adoção, sendo que seu ápice será atingido na última etapa. Fazendo um paralelo ao decreto, a estrutura de maturidade BIM do governo inglês se divide em quatro níveis: Nível 0, 1, 2 e 3, sendo que no Nível 3 tem-se a adoção de um processo totalmente aberto e com integração de dados habilitadas para web em conformidade com os padrões IFC / IFD emergentes e gerenciados por um modelo colaborativo (BIM INDUSTRY WORKING GROUP 2011).

A partir do pressuposto da gestão dos dados dos padrões supracitados, Nicolaou, Ibrahim e Heck (2013) reforçam que a troca de dados e informação intraorganizacionais deve possuir um padrão de confiança e interpretação, para que o fluxo seja eficaz e não cause prejuízos.

O IDM começa com um mapeamento dos processos de negócios relacionados a uma determinada troca de dados entre agentes ou seus aplicativos. White e Miers (2008) identificam o fluxo IDM como uma notação para representação de processos assim como é o *Business Process Modelling Notation* (BPMN). Os autores ainda explicam que o BPMN descreve as atividades e os atores envolvidos, e o fluxo informacional de um processo.

O IDM especifica quando e como as informações de um modelo construtivo da indústria da construção civil deve ser trocada e/ou trabalhada (TOLEDO, 2009). Ainda explica que o IDM é uma metodologia essencial para a identificação e descrição de todos os processos e relações informacionais durante a construção digital de um empreendimento (fase de projeto BIM). O autor ainda acrescenta que o IDM é a efetividade que traz a definição para cada troca e mapeamento de dados em uma transição de aplicativos.

IDM está intimamente associado com *Model View Definitions* (MVD) no IFC. É também uma descrição formal dos processos de negócios. Sendo que MVD é como ocorre a implementação no software usando o IFC. Uma descrição detalhada da metodologia e do formato do IDM é descrita no padrão ISO 29481-1: 2010 *Building Information Modeling* - Manual de entrega de informações - Parte 1 Metodologia e formato (Wix 2008).

O MVD é a estrutura de visualização de uma IFC, ou seja, ele define um subconjunto de um esquema IFC para levar ao usuário a visualização e a interpretação dos dados presente no projeto. Ele define um subconjunto legal do esquema IFC e fornece orientação de implementação para todos os conceitos IFC usados dentro deste subconjunto (classes, atributos, relacionamentos, conjuntos de propriedades etc.) (WIX, 2008).

Os requisitos de troca são definidos pelo Manual de Entrega de Informações do *BuildingSMART* (ISO / DIS 29481). O MVD representa a especificação de requisito de

software para a implementação de uma interface IFC para satisfazer os requisitos de troca.

As definições de visualização do modelo são desenvolvidas pela *BuildingSMART* ou por outras organizações ou grupos de interesse. Os MVDs desenvolvidos externamente precisam ser submetidos ao *BuildingSMART*, revisados e aceitos por eles antes da implementação. O processo para usar MVDs desenvolvidos externamente está sendo desenvolvido pela *BuildingSMART* (buildingSMART, 2011d).

Enquanto o IDM e o MVD padronizam de forma geral a forma de leitura e visualização das informações, o *International Framework for Dictionaries* (IFD) traz a estrutura dos dados para que o modelo informacional tenha sentido no contexto em que for utilizado.

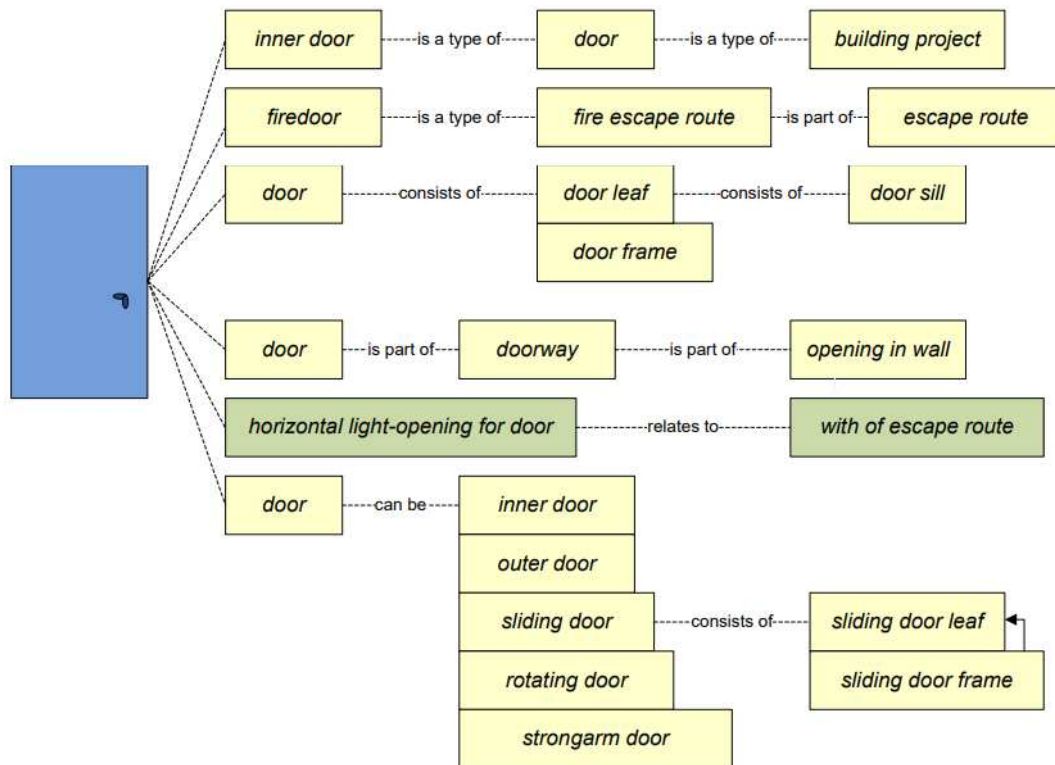
O IFD é padronizado pela ISO-12006-3, este é um mecanismo que permite a criação e desenvolvimento de um dicionário em várias línguas ou ontologias para suplemento da IFC. A *BuildingSMART* (2011) define o IFD como um modelo simplificado que de complementação ao IFC para a escrita das descrições informacionais.

Ele é visto também como uma biblioteca aberta que se consiste em definições de conceitos. Esses conceitos recebem um número de ID exclusivo (Global Unique ID GUID). O GUID do elemento especificado permite que o computador entenda que o material é o mesmo, mas é apresentado em idiomas diferentes. O IFC utilizaria os conceitos definidos no IFD para tornar as informações trocadas compreensíveis (WIX, 2008).

O IFD também tem disposições para expressar sinônimos, plurais etc. O IFC usa suas próprias definições armazenadas no modelo e nos conjuntos de propriedades. Essas definições serão mapeadas para as definições correspondentes no IFD (GRANT, 2008).

A FIGURA 7 a seguir é um exemplo de como uma porta pode ser usada em contextos distintos.

FIGURA 7 - DEFINIÇÕES PARA UM PORTA



Fonte: Grant (2008)

Os exemplos de definição de porta apresentado na FIGURA 7 estão relacionados a informações modeladas por meio de relações entre dados distintos. Os relacionamentos entre esses dados são coletados em contextos com base em como e de onde vieram e para onde vão (GRANT, 2008).

Sabendo que a estrutura IFC possui uma base em outras estruturas (IFD, IDM e MVD), é importante observar, ao definir o uso BIM, qual será o fluxo de tradução para exportação e importação das informações através do fluxo IFC. Essas explicações e padronizações devem se encontrar no *BIM Execution Plan* (BEP) de um projeto.

Todo software BIM por padrão importa e exporta arquivos IFC para que haja interoperabilidade entre as diferentes disciplinas participantes de um processo BIM, ou seja, para que haja um fluxo de informações entre as disciplinas. Para que esse fluxo funcione de maneira adequada, é necessária uma estratégia com a qual as informações serão levadas de um ambiente para outro, e essa estratégia é a definição do tripé explicado pela BSI: dados, processos e terminologia. A qualidade dele é de grande importância para que não haja impactos negativos em um projeto (MCPARTLAND, 2017).

Essas estratégias podem ser descritas através de um documento chamado de *BIM Execution Plan* (BEP) que contempla todas as diretrizes a serem seguidas pelos participantes de um projeto, dentro dessas diretrizes também se encontram os níveis de desenvolvimento (ND) que os elementos a serem modelados devem conter.

2.4 NÍVEL DE DESENVOLVIMENTO EM BIM

No BIM o nível de qualidade da informação dependerá do propósito final de cada entrega. Esses níveis são classificados de acordo com alguma organização que define regras classificando a qualidade da informação como nível de desenvolvimento ou detalhe.

Por exemplo, tem-se o BIM Fórum, que classifica esse nível como *Level of Development* (LOD) que contém 6 níveis de classificação; PAS 1192-2 com 7 níveis e AIA-G202-2013 considerando 5 níveis, dentre essas classificações pode-se entender a importância da qualidade da informação em cada nível e a sua finalidade (QUADRO 1).

QUADRO 1 - LODs SEGUNDO NORMATIVAS

PAS-1192-2	AIA-G202-2013	BIM Forum	SC- Caderno BIM		Descrição
LOD 1			ND 0	Levantamento de dados	Levantamento de informações, programa de necessidades. Apenas informações não gráficas
				Programa de necessidades	
				Estudo de viabilidade	
LOD 2	LOD 100	LOD 100	ND 100	Estudo preliminar	Estudo de volumetria da edificação. Estimativas de custos para construção.
LOD 3	LOD 200	LOD 200	ND 200	Anteprojeto	Elementos do modelo genéricos contendo informações aproximadas de quantidade, tamanho, forma, localização e orientação
LOD 4	LOD 300	LOD 300	ND 300	Projeto legal	Elementos do modelo de projeto contendo informações precisas de quantidade, tamanho, forma, localização e orientação.
		LOD 350	ND 350	Projeto básico	Coordenação de conflitos entre disciplinas.
LOD 5	LOD 400	LOD 400	ND 400	Projeto executivo	Elementos do modelo de projeto contendo informações precisas de quantidade, tamanho, forma, localização e orientação. Coordenação de conflitos entre disciplinas. Detalhes para fabricação, montagem e instalação. Planejamento e orçamento do modelo
LOD 6	LOD 500	LOD 500	ND 500	Liberação da obra	Elementos do modelo de projeto preciso de acordo com a execução (as-built) contendo quantidade, tamanho, forma, localização e orientação
				Contratação da obra	
				Obra concluída	
LOD 7					Registro de atualização incorporando quaisquer alterações que ocorrem desde a entrega, incluindo dados de desempenho, condições e informações necessárias para operação e manutenção.

FONTE: Oneda (2017)

O QUADRO 1 apresenta que as normativas que trazem definições de LOD, possuem o mesmo objetivo e suas estruturas são semelhantes independente de suas divisões. Ou seja, pode-se dizer que o produto será o mesmo independente de qual normativa será seguida.

Tendo elucidado as diferentes normativas sobre a descrição dos LODs, fica evidente a necessidade de um gerenciamento das informações. Por se tratar de gestão, pode-se perceber que o escopo não se limita apenas ao das informações contidas dentro da modelagem virtual, mas também dos processos desde a contratação até a entrega, além dos procedimentos externos que envolvem outros participantes do ciclo do empreendimento (EASTMAN *et al.*, 2008).

De acordo com a ISO 19650, os *termos Level of develeopment, level of detail e level of information*, não contemplavam de maneira clara as necessidades de informações em um modelo de acordo com seu uso.

Portanto, para a ISO 19650 o termo correto a se usar é *Level of Information Need*. O nível de informação necessária para cada pacote entregável deve ser determinado de acordo com o seu propósito de uso. Isto deve incluir uma definição adequada de qualidade, quantidade e granularidade da informação. Este conceito é referido como o nível de informação necessário e pode variar de entregável para entregável.

Um conjunto de formas de avaliação existem para determinar os níveis necessários de informação. Por exemplo, duas métricas complementares, mas independentes podem definir uma o conteúdo geométrico e outra o conteúdo alfanumérico (dados) necessários em termos de qualidade, quantidade e granularidade. Uma vez que tais métricas tenham sido definidas, elas devem ser usadas para determinar os níveis de informação necessários em todo o ciclo de vida do projeto ou do ativo garantindo assim um processo transparente entre os participantes e a interoperabilidade dos dados de maneira universal (ISO 19650).

2.5 INTEROPERABILIDADE

Nos processos BIM, a comunicação também é essencial, pois fortalece um ambiente colaborativo. A colaboração em uma empresa é benéfica, pois é na sinergia

destas trocas que o conhecimento organizacional é gerado, elemento de maior valor para as empresas (EASTMAN *et al.*, 2008; SUCCAR 2009).

A comunicação permite a troca de informações internas, ou seja, entre os próprios funcionários da empresa, e externas, por exemplo, com clientes e fornecedores. Além disso, considera-se todos os meios de comunicação: física e virtual (PONJUAN, 2000).

Dentro desse contexto, um projeto da indústria da AECO envolve diversas pessoas, empresas e organizações. Além disso, o BIM fortalece a comunicação e colaboração entre eles, com o intuito de melhorar os processos construtivos, evitando retrabalhos. Vernadat (1996) afirma que a integração facilita o acesso da informação e conseqüentemente melhora o processo comunicativo, a cooperação e a coordenação de uma empresa.

Neste contexto de troca de informações, tem-se o conceito da interoperabilidade, que Silva (2004) afirma que é a capacidade de dois ou mais sistemas se comunicarem de forma transparente ou o mais próximo disso, ou seja, é a habilidade de sistemas transferirem dados entre si e utilizarem estes de maneira eficiente.

Mello, Mesquita e Vieira (2016) complementam afirmando que a interoperabilidade é a capacidade de diferentes partes envolvidas em um processo, sejam pessoas ou programas, trocarem informações de maneira igual entre as partes para que o entendimento seja o mesmo. Afirmam ainda que ela pode vir junto com a integração, aonde o cenário de um ambiente integrativo para essa troca surja com padrões definidos e sirva como um banco de dados para que as trocas fiquem armazenadas de forma que possam ser acessadas em um outro momento de um processo.

Ainda para os autores, a interoperabilidade possui uma organização dada em três dimensões:

- **Interoperabilidade Organizacional:** Se refere ao grupo, ao âmbito dos processos, a colaboração entre funcionários no meio organizacional.
- **Interoperabilidade semântica:** essa dimensão garante que os dados trocados tenham significado e um fluxo trabalho, dentro de uma cultura

de padrões através de convenções e terminologias adotadas para cada envolvido em um processo.

- **Interoperabilidade técnica:** Trata-se da interoperabilidade entre as ferramentas utilizadas em um processo. Os padrões de troca, coleta, armazenamento e apresentação das informações.

O desenvolvimento de um projeto envolve não só muitos participantes como também muitas fases diferentes em seus processos. Entendido isso, é possível perceber a necessidade da troca de informações entre fases e envolvidos para que o processo flua como planejado e para esse fluxo informacional, padrões devem ser seguidos (SUCCAR, 2009; LI *et al.*, 2021).

A interoperabilidade neste cenário evidencia a capacidade de identificar as informações e os dados realmente necessários para serem passados entre projetistas e softwares (EASTMAN *et al.*, 2008). Para o autor, uma boa interoperabilidade elimina a necessidade de réplica de dados e informações de entrada, possibilitando uma forma automatizada e sem barreiras para o fluxo de informação e de trabalho BIM.

Em complemento, o Instituto Nacional de Padrões e Tecnologias (NIST) em 2000 afirmou que a má interoperabilidade entre aplicativos BIM possibilita a geração de prejuízos na casa de bilhões de dólares, prejuízos assim, além da interoperabilidade, temos o LIM, que tem como um de seus princípios a mitigação.

Para Eastman *et al.*, (2008) e Succar (2009), o projeto e a construção de uma edificação é uma atividade em grupo. Sendo que cada atividade e cada especialidade são embasados e suportados por softwares de computadores diferentes.

Esse processo de troca de dados relacionados ao fluxo de informações no âmbito BIM deve ser descrito e distribuído a todos os envolvidos. O meio definido para isso dentro da metodologia BIM é através do BIM Execution Plan (BEP).

2.6 BIM EXECUTION PLAN (BEP)

Como apresentado anteriormente, a padronização é uma solução para evitar desperdícios quando se busca implantar o Lean em um processo. Dentro da metodologia BIM também se busca a padronização, de forma que um dos elementos que permitem que ela ocorra nos processos é o BEP.

O BEP é um documento que propõe um fluxo de padronização e uma estratégia guia para a implementação da metodologia BIM em um projeto ou um grupo de projetos (CIC, 2011; WU, ISSA, 2015).

Assim, em síntese, o BEP define todos os aspectos de como o projeto deverá ser executado e gerenciado. Dessa forma, ele deve ser desenvolvido antes do início da etapa de modelagem (WU, ISSA 2015).

O BEP é um documento vivo que requer constantemente revisões e melhorias de acordo com necessidades que possam surgir durante o ciclo de vida de um projeto, isso o torna uma ferramenta ainda mais eficaz para o fluxo BIM (SALUJA 2009).

Os elementos sugeridos para serem adicionados em um BEP são (CIC 2011):

- Informações gerais do projeto: inserir informações do proprietário, localização, descrição, fases e datas importantes do projeto;
- Informações sobre os stakeholders: inserir a pessoa responsável por cada tarefa e seu respectivo contato, como e-mail e telefone, assim como suas responsabilidades no processo como um todo;
- Usos do BIM: descrever todos as metas do projeto, relacionando-as com os usos do BIM, como modelagem, planejamento, orçamento, colaboração, análise energética etc. Além disso, para cada uso do BIM sugere-se ilustrar seu fluxo com um fluxograma, indicando também os meios de troca de informações e recursos utilizados, por exemplo;
- Requisitos de dados e informações: informar quais dados e informações devem estar presentes em cada uma das entregas, assim como os elementos, nível de detalhe etc., ou seja, descrever todos os requisitos informacionais necessários para o desenvolvimento do projeto;
- Controle do modelo: descrever as verificações a serem feitas no modelo para controle da qualidade. Aqui também é possível informar as tolerâncias de precisão do modelo;
- Necessidades de infraestrutura tecnológica: identificar a tecnologia necessária para o desenvolvimento do projeto, desde hardwares à softwares;

- Entregas do projeto: identificar todos os entregáveis ao longo de todo o ciclo de vida do projeto, identificando também o formato de cada um e a data aproximada da entrega. Incluir também os requisitos de formatação dos arquivos a serem entregues, desde seu nome até o sistema de coordenadas e o formato de arquivo, incluindo o meio de entrega.

Diante do exposto, um dos elementos a ser considerado no BEP é a descrição dos usos do BIM que serão utilizados no projeto. Succar (2009) aponta algumas das possibilidades de usos do BIM:

- Modelagem de elementos existentes: processo de captura e coleta de informações da situação atual de um empreendimento ou parte dele, para posterior modelagem de um modelo 3D. Esse processo de captação de informações pode ser realizado a partir de um escaneamento 3D da área, por exemplo;
- Simulações: análise de possíveis soluções dentro das especificações do projeto. Neste uso do BIM recomenda-se realizar simulações com as diferentes soluções encontradas para definir a melhor delas em questão de otimização e viabilidade;
- Modelagem 3D: processo de modelagem do modelo virtual, com inserção de informações de qualidade referente ao projeto, tornando-o a fonte de informações gráficas e não gráficas do projeto;
- Revisão do projeto: processo de avaliação do processo de modelagem 3D do modelo virtual, além de análises de questões relativas a critérios normativos, por exemplo;
- Coordenação: processo de compatibilização entre os modelos de um projeto, com o objetivo de detectar interferências entre eles;
- Estimativas de custo e tempo: processo de geração de informações referentes ao custo do projeto e ao tempo. Com isso, é possível analisar o que foi planejado com as informações de custo e tempo real, ao longo da construção do empreendimento.

Com a base de um BEP apresentada, é possível compreender a estruturação informacional de um projeto que contenha um fluxo BIM implementado. Através dessa estrutura o trabalho a seguir contará com ele para seu desenvolvimento.

2.7 SÍNTESE DO CAPÍTULO

O uso das tecnologias de aplicação do BIM faz com que a gestão de projetos seja mais eficaz devido à influência dessas tecnologias que permitem o envolvimento de todas as equipes participantes de um projeto, desde os projetistas até os empreiteiros, permitindo uma cadeia mais produtiva em todas as fases da construção civil e industrial (NEVES DA SILVA, 2017).

O BIM tem como necessidade o gerenciamento da informação que será modelada para que o produto a ser entregue atenda às expectativas do cliente, portanto, o gerenciamento eficaz das informações faz-se importante. Azhar *et al.*, (2012) confirmam isso ao demonstrar a importância do gerenciamento das informações dentro do conceito de interoperabilidade, conceito esse que torna mais eficiente a comunicação entre as partes envolvidas de um projeto.

Ainda se destaca no capítulo que a gestão de projetos em BIM demanda total controle das informações que estão sendo modeladas e trabalhadas. Isso para que o produto entregue faça o uso da informação em BIM específico para um projeto com mais qualidade informacional e facilidade na tomada de decisão.

Ao observar o mercado de trabalho no cenário de 2021, a gestão BIM ainda demanda de entendimento do que é a informação e como trabalhar o seu fluxo para que os modelos sejam entregues de maneira precisa. Importante para que seja facilitado o entendimento sobre LIM.

3 DA INFORMAÇÃO AO *LEAN INFORMATION MANAGMENT*

Neste momento, no qual a escrita desta dissertação foi iniciada, a população mundial vive uma pandemia em que um vírus denominado SARS-CoV-2 (COVID-19) matou e continua matando milhões de pessoas, fazendo com que medidas como o lockdown, isolamento social, entre outras, viessem à tona.

Devido a essas medidas de restrição, ficou nítido a todos a importância da informação e de sua comunicação, fazendo com que empresas se reinventassem/reinventem para proporcionar aos seus funcionários estruturas diferentes de trabalho a fim de tornar possível o cumprimento do isolamento e a realização de suas tarefas profissionais.

Realidade vivenciada pela maioria das empresas brasileiras que buscaram/buscam estratégias para dar continuidade ao processo de comunicação entre sua equipe. Com a adoção do uso de softwares para reunião, como o google meet, que permite agilizar a interação e troca de informações. Neste quesito, evidencia-se que a comunicação é um meio de fluxo de informações importante para as empresas.

Razão essa que motiva a busca do referencial teórico dos assuntos abordados na pesquisa, o gerenciamento da informação, o *lean thinking*, *lean information* com vistas a aplicação em BIM e a gestão de projetos com aplicações do BIM.

3.1 INFORMAÇÃO

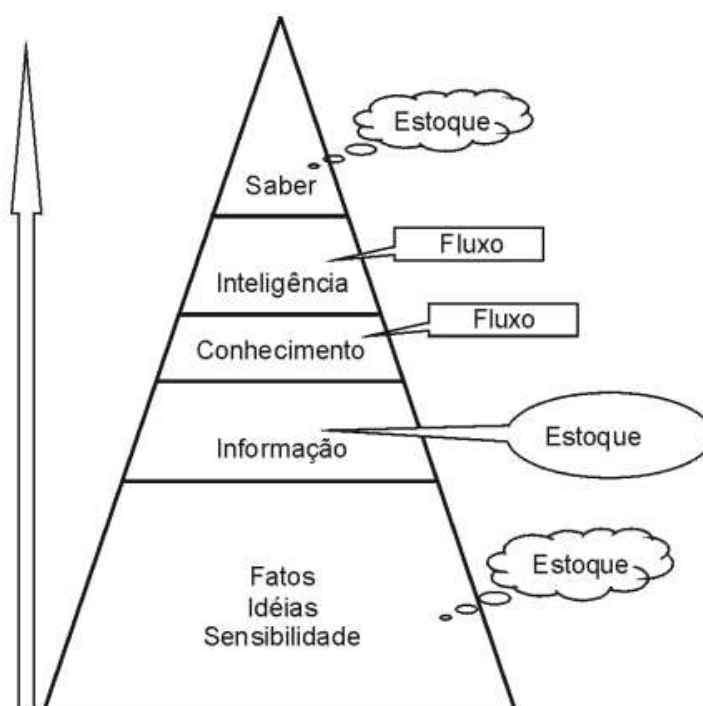
A informação passou a ser entendida como um recurso efetivamente importante após o fim da Segunda Guerra Mundial e o início da Guerra Fria. Durante a Guerra Fria, o desenvolvimento científico tecnológico tornou-se estratégico, e para que houvesse o aumento de produtividade e das velocidades de produção de novas tecnologias e conhecimentos, foi dada a importância à informação (ARAÚJO, 2018; *apud* HAH & BUCKLAND, 1998; PINHEIRO, 2005; FREIRE, 2009; BAWDEN & ROBINSON, 2012).

Drucker (1997) destaca em seus estudos sobre administração que a informação tem valor, tem alguma finalidade e possui um sentido para existir. Sobre a ótica da

Ciência da Informação, Ponjuan (1988) define que a informação é o resultado de um processo de agrupamento, classificação e formatação de dados, que por serem fonéticos ou numéricos, poderá ser interpretada de diferentes formas, o que dependerá do sistema estudado – a estrutura ou o fluxo.

A informação e o dado geram estoque que embora estáticos possuem potencial para se transformarem em fonte de produção de conhecimento (BARRETO, 2002). Na FIGURA 8, o autor apresenta a pirâmide de fluxos e estoques. Importante entender que o fluxo acontece a partir da transferência da informação em conhecimento.

FIGURA 8 - PIRÂMIDE DE FLUXOS E ESTOQUES

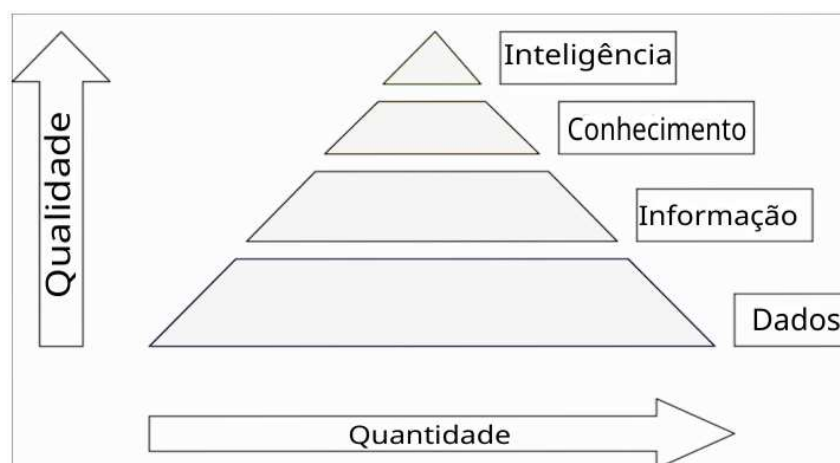


FONTE: Barreto (2002)

A pirâmide apresentada por Barreto é denominada de Pirâmide do modelo dado-informação-conhecimento-sabedoria (DIKW). Este modelo, desde que foi apresentado, tem sido refutado por autores, no que tange a alguma forma de aperfeiçoar ou incluir/excluir camadas, inversão das ordens da hierarquia apresentada ou até mesmo a essência de sua estrutura (TUOMI, 1999; FRICKÉ, 2008; VANDERGRIFF, 2008; JENNEX; BARTCZAK, 2013; LIEW, 2013; EL HOUARI; RHANOUI; EL ASRI, 2015; ALLEN, 2016; DAMMANN, 2019; DAMMANN; SMART, 2019).

A pirâmide informacional de Ponjuan (1988) tem basicamente a mesma estrutura desenhada por Barreto, porém o que Barreto chama de fatos, ideias, sensibilidade, a autora chama de dados, e a sua pirâmide para na inteligência, como se o saber não fizesse, necessariamente, parte do processo representado. Nela são evidenciados os eixos como a quantidade e a qualidade da informação, porém a ordem lógica é semelhante à de Barreto, como mostrado na FIGURA 9.

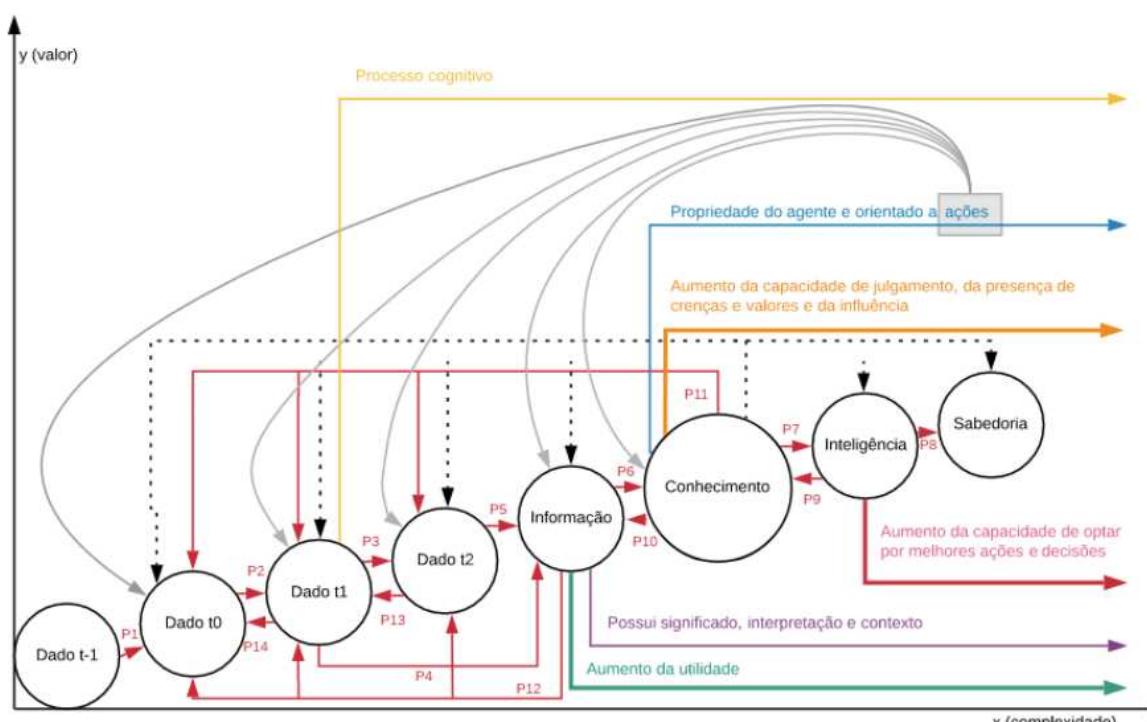
FIGURA 9 - PIRÂMIDE DE INFORMAÇÃO



FONTE: Ponjuan (1988)

A FIGURA 10 apresenta o DIK2 como uma estrutura mais próxima do fluxo informacional de Ribeiro e Santos (2020) que também refutam o formato DIKW.

FIGURA 10 - MODELO DIK2



Fonte: Ribeiro e Santos (2020)

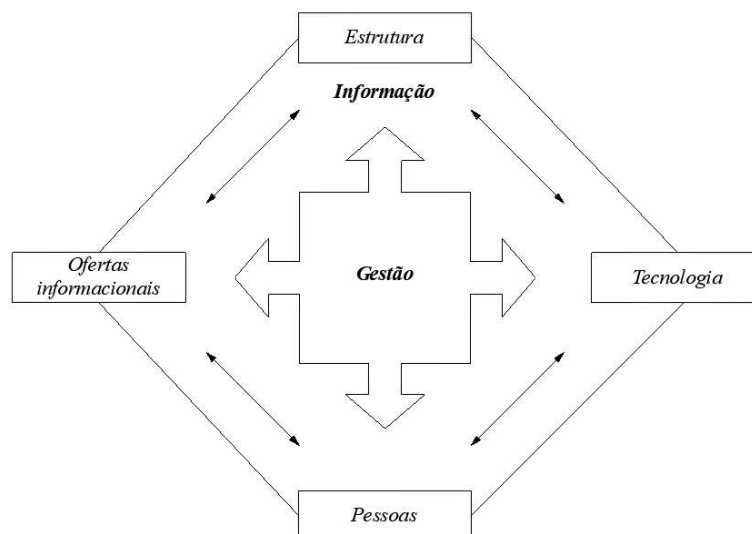
Ribeiro e Santos (2020), em seu modelo de fluxo informacional, afirmam que a participação efetiva dos envolvidos no processo é passiva de investigação para que o fluxo de fato seja aplicado. Também dão ênfase ao controle dos montantes do fluxo informacional no processo de gerenciamento da informação.

3.2 MODELO DE GESTÃO DA INFORMAÇÃO

A gestão da informação (GI), na opinião de McGee e Prusak (1994), requer a identificação da informação como a principal etapa para o início de um processo de gerenciamento. Ainda destacam que a variedade de fontes de informação nas organizações tem afetado o ambiente de negócios em função da sua complexidade, velocidade, inconsistências e imprevisibilidade.

Ponjuan (1998) evidencia que para uma boa gestão e organização dos sistemas, o gestor deve se atentar com a mesma intensidade a quatro itens: as pessoas, a tecnologia, as ofertas de informações e a estrutura, definindo isso como o diamante informacional mostrado na FIGURA 11.

FIGURA 11 - DIAMANTE INFORMACIONAL



FONTE: Ponjuan (2004)

As ofertas de informações mostradas no diamante estão divididas em 6 conjuntos (PONJUAN, 2004)

- **Processos:** Os encarregados das atividades e dos processos assumem a responsabilidade por essas estratégias. A melhoria, tanto dos processos quanto das estratégias adotadas devem estar acopladas ao aprendizado que a equipe realiza.
- **Técnicas:** Utilizadas para fortalecer as estratégias, técnicas particulares de gerenciamento como análise de valor, análise estatística ou de simulação; técnicas de criatividade e mapeamento para detectar áreas que podem ser melhoradas, como análise de fluxo, fluxos de tempo e mapeamento de processos. Todas possuem informações como elemento base.
- **Estrutura:** Relacionado aos fluxos de informação e determina sua transferência. As estruturas podem ser através de processos. As equipes podem ter uma abordagem descentralizada, centralizada, dispersa ou vinculada a prioridades organizacionais específicas.
- **Implementação:** Mudanças, novos sistemas, introdução de resultados, podem ser comparados a outras abordagens, sejam frequentes ou evolutivas.

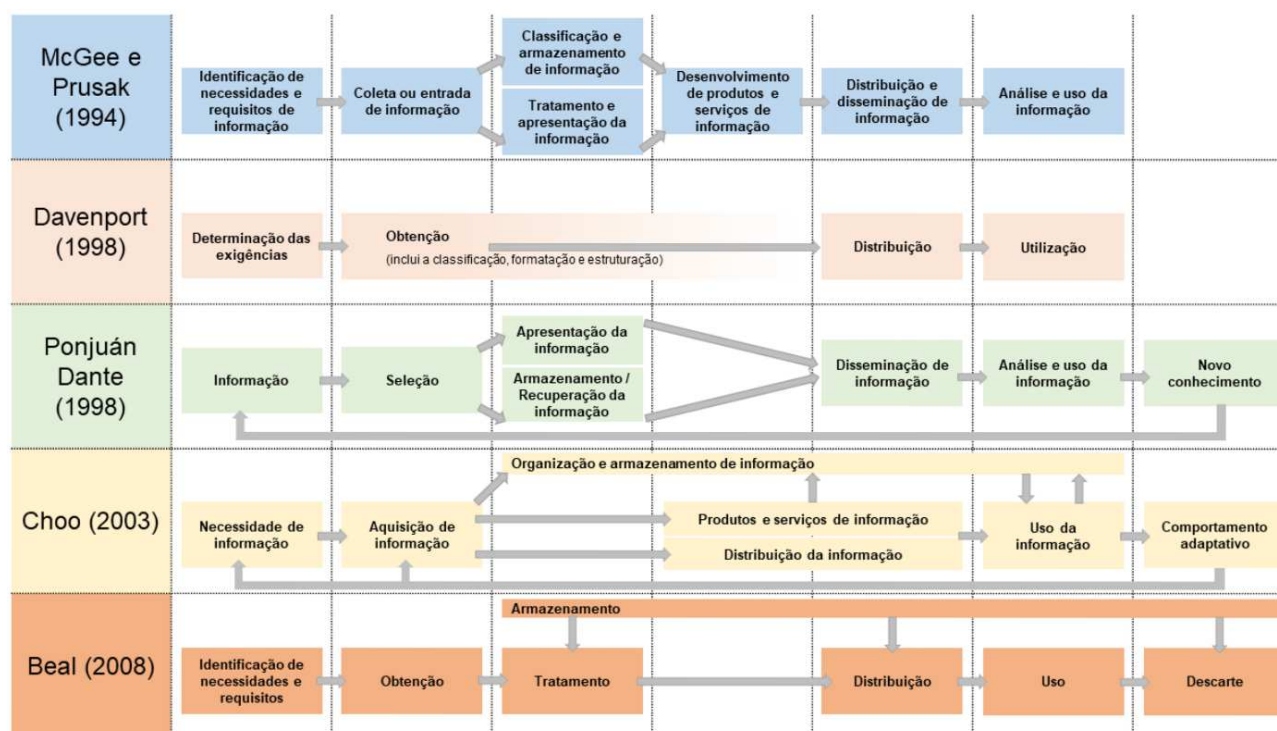
- **Filosofia:** Algumas instituições abordam apenas alguns aspectos relacionados a questões específicas e carecem de estratégias. De qualquer modo, o tratamento das informações em uma organização é o resultado de sua filosofia.
- **Contexto:** Os contextos particulares, juntamente com a cultura e experiência profissional e organizacional, influenciam a gestão da informação.

Ou seja, não só nos quatro aspectos gerais, o gestor busca capacidade profissional para que consiga ter o controle e visão de como aplicar a gestão da melhor forma possível para os cenários no qual for submetido.

A gestão das informações dentro de uma empresa traz muitos benefícios, não só para o projeto, mas para toda empresa, já que o suporte de informações, eleva o nível cultural e técnico das pessoas, aumenta o profissionalismo, competitividade, autofinanciamento e promove uma economia considerável para a empresa. Em outras palavras, impede investimentos falhos ou desnecessários em treinamentos e qualificação do pessoal, elaboração de documentos políticos e regulamentares. O domínio de ferramentas, métodos e técnicas para o gerenciamento de informações dentro de uma organização é prioritário para os profissionais que cuidam das unidades de informações existentes (PONJUAN, 2000).

Autores como McGee e Prusak (1994), Devenport (1998), Ponjuan (1998), Choo (2003) e Beal (2008) têm diferentes formas de apresentar seus modelos de gestão da informação. Freitas (2018) demonstra, na FIGURA 12, a estruturação desenvolvida por cada autor.

FIGURA 12 - MODELOS DE GESTÃO DA INFORMAÇÃO



FONTE: Freitas (2018)

Freitas (2018) afirma que ao analisar os modelos propostos, percebeu que todos iniciam a partir da identificação de necessidades de informação e, após a identificação, estabelecem meios para a coleta, obtenção, seleção e aquisição da informação.

Rodrigues e Blattmann (2014) destacam que as fontes geradoras de informações influenciam no fluxo e na qualidade delas. No QUADRO 2 apresentam um levantamento realizados com um grupo de pesquisadores para conhecer quais fontes de informação consulta e qual a frequência em suas buscas. Na análise do QUADRO 2 observa-se que existe uma variedade de fontes de informações que conduzem a questionar a qualidade e veracidade das informações coletadas e de estabelecer o que a teoria diz sobre qualidade da Informação.

QUADRO 2 - FREQUENCIA DE USO DAS FONTES DE INFORMAÇÃO

Fontes de informação		Frequentemente		Às vezes		Nunca	
		N.	%	N.	%	N.	%
1º	Conversas com colega de trabalho	10	90.9	1	9.1	-	0.0
2º	Internet	9	81.8	2	12.2	-	0.0
2º	Legislações específicas	9	81.8	1	9.1	1	9.1

2º	E-mails	9	81.8	1	9.1	1	9.1
3º	Telefone	8	72.7	2	18.2	1	9.1
3º	Intranet	8	72.7	2	18.2	1	9.1
3º	Ferramentas de busca	8	72.7	2	18.2	1	9.1
3	Chefe imediato	8	72.7	1	9.1	2	18.2

FONTE: Rodrigues e Blattmann (2014)

O gerenciamento de qualidade da informação na construção civil foi pesquisado por Sheng *et al.* (2020), que desenvolveram uma estrutura baseada em uma cadeia de qualidade do processo de organização do produto, baseado em mecanismos de consenso, contratos inteligentes, processos de execução e sequências de autorização. Os resultados encontrados por eles demonstraram que a estrutura proposta pode descentralizar o gerenciamento da informação de um único profissional, distribuir as responsabilidades e então alcançar um gerenciamento de informações de qualidade consistente e seguro.

3.3 QUALIDADE DA INFORMAÇÃO

O estudo da qualidade da informação vem sendo debatido há algum tempo, em que autores tentam conceituar processos para a definição do nível de qualidade que pode ser atribuído a qualquer tipo de informação. Dentro do sistema de manufatura da informação é possível evidenciar três papéis internos (STRONG *et al.*, 1997):

- Produtores de informação: aqueles que geram e fornecem o material sem tratamento para a informação.
- Os curadores da informação: aqueles que controlam e fornecem os recursos necessários para o armazenamento e mantêm fixadas as informações.
- Os consumidores: aqueles que, de forma propriamente dita, consomem as informações para a execução de uma determinada função.

Calazans (2008) debate que mesmo com os estudos que contribuem para o debate do tema, é possível identificar propostas de análise informacional, apesar de pouca aplicação na indústria em si, ainda afirma que é importante ressaltar que independente do modelo no qual a informação está inserida, faz-se necessária a verificação dos fatores mostrados no QUADRO 3.

QUADRO 3 - FATORES DE ANÁLISE INFORMACIONAL

Fator	Objetivo
Domínio ou contexto de interesse	Analisar a qualidade da informação a fim de proporcionar uma análise mais detalhada das necessidades informacionais do contexto
Explicitar os conceitos e relações existentes	Usuários podem atingir o equilíbrio na sua compreensão de uma área do conhecimento, filtrando as diferenças e buscando o equilíbrio
Busca completa da pesquisa	Detalhar os níveis de qualidade e procurar identificar no processo informacional organizacional o que influencia positivamente ou negativamente o nível de qualidade

FONTE: Calazans (2008)

A qualidade de uma informação depende dos critérios estabelecidos para análise, de modo a evitar a geração de desperdícios nas informações trocadas. Neste âmbito, Greef e Freitas (2012) trazem no QUADRO 4 os critérios que devem ser seguidos para verificar a qualidade da informação.

QUADRO 4 - CRITÉRIOS DE QUALIDADE DA INFORMAÇÃO

Critério	Definição
Abrangência / Escopo	Capacidade da informação em ser suficiente para solucionar o problema
Acurácia / Veracidade	Caráter legítimo e verdadeiro da informação, passíveis de verificação
Confiabilidade	Grau em que a informação se torna justificável e passível de conferência
Confidencialidade / Privacidade	Manutenção do sigilo de informações de caráter particular e/ou estratégico, associada à confiança quanto ao compartilhamento
Existência	União dos estados tácito e explícito da informação
Contextualização	Características da informação que a tornam atrativa e agregam significado a ela, em relação a seu público-alvo
Identidade	Nomenclatura e rotulação da informação para que seja identificada
Ineditismo / Raridade	Grau em que a informação é rara, não percebida ou disponibilizada como estratégica no ambiente em que se encontra
Originalidade	Medida em que a informação é gerada pela primeira vez
Pertinência / Agregação de valor	Medida em que a informação atende demandas e decisões a serem tomadas, e contribui de forma especial para elas
Audiência	Grau em que a informação é acessada e permanece de interesse
Aceitação	Informação que reflete a necessidade
Amplitude	Alcance e foco da informação, no ambiente interno e/ou externo
Apresentação / Mídia	Formato e mídia utilizados para apresentar e/ou apresentar a informação
Clareza	Grau de facilidade de compreensão da informação
Concisão	Apresentação somente da informação necessária para o problema ou situação em questão
Desempenho	Relatividade da informação ao desempenho do ambiente
Detalhamento	Grau de minúcia contido na informação de que se trata
Frequência (de uso)	Capacidade da informação de ser utilizada várias vezes
Ordem	Organização da informação conforme um esquema predefinido
Relevância	Coerência/Coesão da informação em relação ao problema
Precisão	Informação livre de erros

Integridade	Informação incorruptível
Atualidade / Período / Temporalidade	Vínculo da informação com a realidade em que se insere; sua capacidade de refletir estados anterior, atual e futuro do ambiente
Disponibilidade /Prontidão	Informação disponível àqueles que dela necessitam, no momento ideal para atender à demanda

FONTE: Greef e Freitas (2012)

Nicolaou *et al.*, (2013) colocam outro ponto importante em que a qualidade da informação se aplica na confiança que ela cria na relação de cliente e organização. Ainda para os autores, quanto maior o nível de qualidade informacional maior será a confiança, pois isso sugere que o fluxo das informações é confiável, responsivo, oportuno, completo e adequado.

Uma informação em fluxo pode ter sua qualidade alterada de acordo com a compreensão, controle, verificação e da manutenção dos critérios adotados em sua conferência (GREEF, FREITAS 2012 apud MCGEE, PRUSAK, 1994; ROEDEL, 2006).

A informação entendida como um elemento de valor é discutida por Womack (2011) em seu livro *Caminhadas pelo Gemba*, que traz a gestão da informação de forma enxuta.

3.4 DESPERDÍCIO DE INFORMAÇÃO ASSOCIADO AO PENSAMENTO ENXUTO (LEAN THINKING)

Em ambientes como escritórios existem atividades que geram desperdícios de tempo, esforço e até mesmo na agilidade dos processos administrativos que, por sua vez, afeta todos os níveis organizacionais do ambiente (HULS, 2005). Neste âmbito de escritórios, é comum afirmar que as fontes de desperdícios estão relacionadas a fatores como: falta de conhecimento; treinamento; à comunicação falha; fluxos e processos ineficazes e muitas vezes confusos; redundâncias de arquivos, como arquivos que contenham informações iguais; excesso de impressões e transferências de informações; e, por fim, retrabalho (HULS, 2005).

Ponjuan (1988) afirma que a gestão da informação (GI) é um processo por meio do qual os recursos básicos são obtidos, implantados ou usados para gerenciar informações dentro e para a organização a que serve, o elemento básico para isso é o gerenciamento do ciclo de vida desses recursos.

Ainda para Ponjuan (2004), a GI tem como objetivo coletar, tratar e disseminar as informações úteis à organização e usuários, podendo ser utilizado para isso meios físicos, tecnológicos e humanos existentes no meio. Complementa ainda que nesse tipo de gestão é imprescindível observar atentamente o tipo de informação que a organização necessita, assim como seu ciclo de vida, visto que o meio organizacional pode sofrer modificações e a informação também pode passar por esse processo.

Uma vez que a GI também objetiva a mitigação de desperdícios provenientes da informação, Tapping e Shuker (2010) argumentam que estes desperdícios nas áreas administrativas podem ser graves e podem afetar mais do que em processos de produção. Os autores também apresentam os tipos de desperdícios em escritórios que devem ser mitigados. Freitas (2019), por sua vez, compila os desperdícios dos autores e apresenta o QUADRO 5.

QUADRO 5 - DESPERDICIOS PROVENIENTES DA INFORMAÇÃO ME SCRITÓRIOS

Tipo de desperdício	Situações típicas em escritórios
Superprodução	Excesso de documentos e informações.
Tempo de espera	Espera por documentos, pessoas, assinaturas, máquinas, informações, telefonemas.
Transporte	Armazenamento temporário ou em locais distantes de materiais, suprimentos, documentos e informações.
Processamento	Atividades redundantes, tais como: verificação do trabalho de outras pessoas, excesso de revisões e obtenção de múltiplas assinaturas.
Estoque	Arquivos desnecessários, cópias de documentos desnecessários e suprimentos extras.
Movimento	Leiaute de escritórios e processos de trabalho ineficientes.
Produção defeituosa	Perdas de produtividade ocasionadas por retrabalhos e correção de documentos.

FONTE: Freitas (2019)

Para McKellen (2005), a implementação do *lean office* proporciona a mitigação desses desperdícios destacados e oferece benefícios em toda a organização, que podem ser a melhoria da comunicação, menor tempo na execução de atividades, otimização de estratégias para a aprovações, entre outros.

Ainda no âmbito de desperdícios informacionais, Hicks (2007) destaca os principais desperdícios da gestão da informação que devem ser mitigados ao aplicar o uma gestão eficiente para a informação, esses desperdícios são: Demanda de falhas; Demanda de fluxo; Excesso de fluxo; e Fluxo falho.

Ao explicar cada um desses desperdícios, Hicks (2007) elucida suas causas, que podem ser diversas, e traz as causas que geram cada um dos desperdícios supracitados (QUADRO 6).

QUADRO 6 - CAUSA DE DESPERDÍCIOS DA GESTÃO INFORMACIONAL

Desperdício	Causa
Demanda de falhas	Quando se tem a falta de informações e a interrupção ou bloqueios de processos para o desenvolvimento de uma atividade.
Demanda de fluxo	Quando as informações não podem ser identificadas no fluxo e assim se tornam incompatibilidades em processos compartilhados.
Excesso de fluxo	Quando ocorre o excesso de informações em um fluxo, o que demanda novos fluxos e assim dificultam a identificar quais informações realmente são adequadas e precisas.
Fluxo falho	Fluxos falhos e imprecisos.

FONTE: Elaborado pelo autor (2020) com base em Hicks (2007)

Para McKellen (2005), a implementação do *lean office* proporciona a mitigação desses desperdícios destacados e oferece benefícios em toda a organização, que podem ser a melhoria da comunicação, menor tempo na execução de atividades, otimização de estratégias para aprovações, entre outros. Esta associação ao *Lean Thinking* é explicada a partir da origem da filosofia.

Womack e Jones (2004) introduzem o Pensamento Enxuto ou *Lean Thinking*, a partir do sistema de produção desenvolvido pela Toyota, visando a aplicação da filosofia enxuta (*lean*) em qualquer setor empresarial. Também definem os cinco princípios básicos do Pensamento Enxuto:

- a) **Valor:** este se refere à identificação do valor que o produto tem para o cliente. Este princípio se encontra dentro de todos os outros quatro. Com essa definição, busca-se a especificação do valor a partir da ótica do cliente que irá consumir o produto.
- b) **Cadeia de valor:** este incita o mapeamento das atividades da cadeia produtiva visando a mitigação das atividades que não agregam valor e a otimização das que agregam valor. As atividades podem ser divididas em três diferentes grupos: (1) atividades que realmente agregam valor ao produto; (2) atividades que não agregam valor, mas são necessárias durante o processo; e (3) atividades que não agregam valor e geram desperdícios.

- c) Fluxo:** o fluxo das atividades deve ser contínuo, ou seja, sem interrupções devido a desperdícios ou estoques intermediários. Este fluxo contínuo traz benefícios, como a redução dos tempos de ciclos e redução de atividades de transportes que geram desperdícios para o fluxo. Para se ter um fluxo contínuo, é necessária uma modificação na estrutura da organização, essa mudança exige um foco maior em equipes para que sejam integradas. As seguintes etapas devem ser seguidas para a aplicação do fluxo contínuo: (1) rastreando-o do início ao fim o processo para o tratamento completo dele; (2) eliminar as atividades que são obstáculos e travam o fluxo contínuo da produção; e (3) reavaliar os métodos e ferramentas utilizados na produção.
- d) Puxar:** o Pensamento Enxuto introduz também uma mudança de mentalidade no quesito da produção de estoques. Enquanto na produção em massa o objetivo é a criação de muitos produtos no estoque para serem disponibilizados aos clientes, o Pensamento Enxuto busca a redução de estoques desnecessários, considerados desperdícios. Nesta mentalidade, a produção dos estoques é “puxada” pelo cliente final, sendo apenas inicializada a produção do produto após o pedido pelo cliente. Nesta cadeia sequencial, o pedido vem da atividade final até a atividade inicial, sendo um processo contrário do tradicional, eliminando os estoques intermediários e sendo realizada a produção apenas da demanda existente, evitando desperdícios.
- e) Perfeição:** com a adoção dos quatro primeiros princípios do Pensamento Enxuto, a empresa obterá redução dos tempos de produção, de recursos necessários, esforços, defeitos e erros durante o processo, permitindo que seja feita uma análise do ciclo existente para que exista uma busca contínua para a perfeição do processo.

Entendido o conceito do Pensamento Enxuto e seus princípios, a seguir tem-se a Informação Enxuta, conceito derivado que possui como base os mesmos princípios, porém tem como valor a informação.

3.5 LEAN INFORMATION MANAGEMENT

O *Lean Information Management* tem como base a gestão e o tratamento da informação produzido na quantidade e qualidade necessária a tomada de decisão, ou seja, informação otimizada que em seu fluxo não esteja em excesso e nem inexistente (GREEF E FREITAS, 2012; HICKS, 2007). Greef e Freitas (2012) contextualizam a gestão de fluxo de informação associada aos cinco princípios da mentalidade enxuta que norteiam essa concepção, entendendo o valor da informação, sua cadeia de valores, o fluxo que ela terá, o *pull* e a busca pela perfeição (WOMACK E JONES, 1997).

Hicks (2007) define o LIM como um modelo baseado nos princípios do Lean thinking, visto que o LI tem como base a mentalidade enxuta aplicada à informação, ação que visa observar o fluxo das informações e o fluxo necessário para que não existam desperdícios por excesso, falta, ou erro de manipulação dela (HÖLTTÄ *et al.*, 2010; GREEF & FREITAS, 2012).

Para Hölttä *et al.* (2010), o LIM tem recebido pouca atenção na literatura, mas a gestão da informação e comunicação são partes essenciais do pensamento enxuto. Um dos objetivos da manufatura enxuta é aumentar a comunicação no processo de fabricação. Ainda segundo Holttä *et al.* (2010), o LIM é baseado nos princípios do *lean manufacturing* para que haja a gestão da informação e a diminuição de desperdícios.

Ao aprofundar mais o estudo do *lean information*, Womack (2011) debate o LIM como um complemento ao conceito, focado na gestão melhorada da informação. Ainda definindo e contextualizando o LIM, Ibbitson e Smith (2011) o versam como uma abordagem para melhoria de sistemas organizacionais, objetivando a redução de desperdícios e aumentando o valor das informações no meio. Complementam ainda que a aspiração do LIM é proporcionar melhoria contínua de todas as atividades desenvolvidas na organização (quinto princípio do lean thinking: a perfeição).

Ibbitson e Smith (2011) ainda afirmam que trazer o LIM para profissionais da informação é um pré-requisito para a melhoria do controle dos processos de informações no gerenciamento de informações corporativas/organizacionais.

Womack (2011) traz para o LIM seis princípios importantes que, quando aplicados juntos, proporcionam uma gestão enxuta da informação, esses princípios

são: simplificar todos os processos para a minimização da necessidade de gerenciamento de informações; fazer com que todas as fases dos processos sejam capazes e disponíveis; usar um controle de produção reflexivo a montante; agendar cada fluxo de valor de apenas um ponto; tornar o gerenciamento das informações transparente; e, por fim, enviar informações em lotes enxutos e intuitivos.

A discussão da aplicação do lean thinking no gerenciamento da informação tem um potencial benefício para o rompimento de barreiras no gerenciamento de informações. Hicks (2007) continua afirmando que a identificação dos tipos de desperdícios faz a analogia parcial dos resíduos da GI com os resíduos tradicionais nos sistemas de fabricação, a demanda por falha, demanda de fluxo, excesso de fluxo e o fluxo falho correspondem ao excesso de processamento, espera, superprodução e defeitos, respectivamente.

Nascimento *et al.* (2011) desenvolveram um estudo de caso. Eles apresentaram os princípios do *lean* acompanhados da adequação dos processos de uma modelagem de informação da construção, ou seja, os autores em vossa pesquisa aplicaram os 5 princípios do Lean ao BIM a fim de possibilitar a visão de desperdícios que existem em um processo de desenvolvimento de um projeto.

3.6 FLUXO ENXUTO DA INFORMAÇÃO (LEAN INFORMATION FLOW)

A gestão da informação é um processo sistematizado das atividades que envolvem a informação, como organização, processamento, distribuição e utilização. Em síntese, esse processo pode ser generalizado em cinco etapas: (a) identificação das necessidades; (b) obtenção; (c) armazenamento; (d) tratamento; e (e) disseminação (FIGURA 13) (GREEF e FREITAS, 2012).

FIGURA 13 - FLUXO INFORMACIONAL



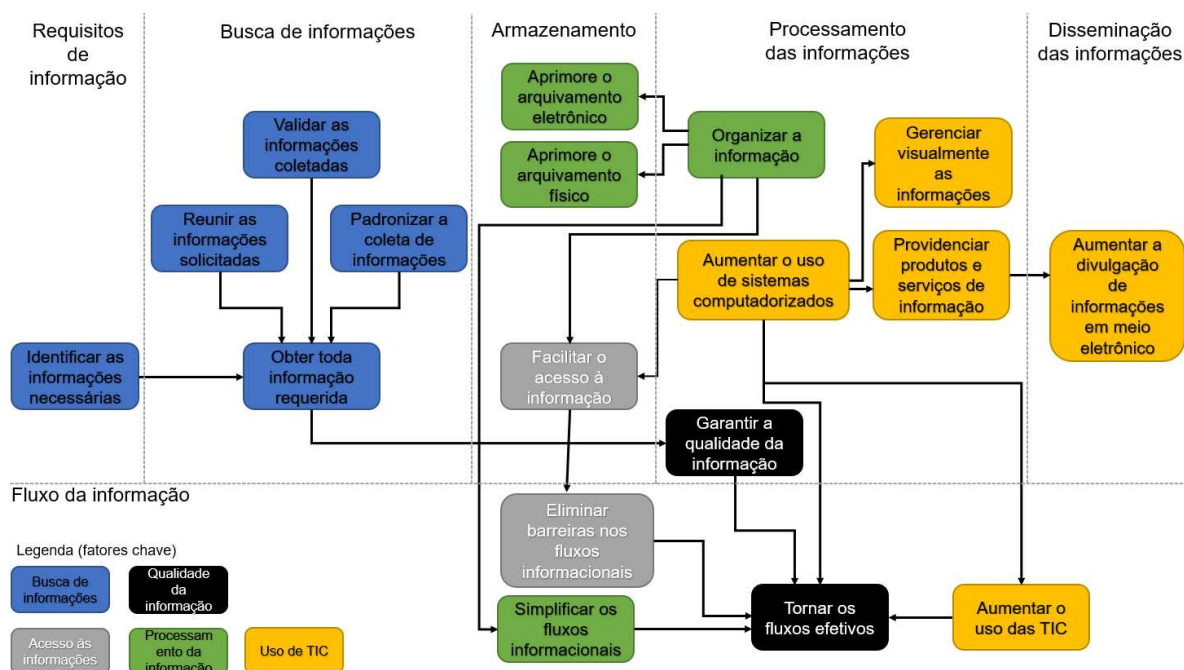
Fonte: Adaptado Greef e Freitas (2012)

Esse é o conjunto de atividades que formam um fluxo informacional, cuja movimentação das informações se dá a partir de um emissor até um receptor, e o resultado desse fluxo é a transferência de informações. Assim, o fluxo faz parte do processo de gestão da informação e é necessário geri-lo, pois ele deve ser estruturado e organizado (GREEF e FREITAS, 2012).

No âmbito empresarial, o fluxo informacional, ou transferência de informações, se torna importante pelo fato de ser configurado também como a comunicação empresarial (PONJUAN, 2000; NICOLAOU, IBRAHIM E HECK 2013).

Freitas e Freitas (2020) na FIGURA 14 apresentam um contexto destes princípios aplicados a gestão da informação que denominam de pós-*lean* e que permitem identificar fundamentos da GI nos contextos de implementação do *lean office*.

FIGURA 14 - FATORES-CHAVE E CATEGORIAS DO GERENCIAMENTO DA INFORMAÇÃO NO CONTEXTO PÓS-LEAN



FONTE: Traduzido de Freitas e Freitas (2020)

Freitas e Freitas (2020) afirmam ainda que a gestão enxuta da informação requer a observância da qualidade da informação que é essencial durante o tratamento de informações para que seja garantido uma qualidade intrínseca e sistêmica da GI nas organizações. Afinal, como esta pesquisa entende e explica a informação enxuta?

Os estudos relativos ao fluxo informacional começaram a destacar a importância e as consequências da informação no meio empresarial e assim o surgimento do Lean Office (GREEF & FREITAS, 2012). Nesse cenário – e ampliando as pesquisas conceituais – que surge a proposta do *Lean information* com ênfase na mitigação dos desperdícios relacionados à informação (GREEF & FREITAS, 2012; HÖLTTÄ *et al.*, 2010).

A aplicação do *lean information* possibilita extrair o fluxo informacional de maneira clara e a partir dele criar análises críticas apontando cada tipo de desperdício que possa vir a existir (HICKS, 2007).

Na FIGURA 15, Freitas e Freitas (2020) comentam que os fatores-chaves causam impacto nos processos de gerenciamento de informações quanto a qualidade da informação, pois são interdependentes e convergem para otimizar os fluxos de informações em ambientes organizacionais. A análise foi realizada em estudos de

casos que relatavam como estava a organização antes de aplicar o Lean e a narrativa dos resultados de otimizados do fluxo de informação no pós-lean.

FIGURA 15 - FATORES-CHAVE E CATEGORIA PRINCIPAL DE GERENCIAMENTO DE INFORMAÇÕES NO CONTEXTO PÓS-LEAN



Fonte: Freitas e Freitas (2020)

Ainda Freitas e Freitas (2020) afirmam que com base nos princípios *Lean*, os fatores que compõem os fundamentos da gestão da informação nos contextos de implantação de escritórios enxutos promovem a eliminação de desperdícios informacionais e proporcionam a implementação de melhorias contínuas para aumentar a qualidade, eficiência e produtividade nos processos de negócios.

3.7 SÍNTESE DO CAPÍTULO

Este capítulo apresentou uma revisão de literatura sobre os aspectos mais importantes relacionados a informação. Apresenta o conceito, os modelos de gestão, as fontes de informação e a qualidade de informação.

Fica evidente que a gestão da informação enxuta é importante nos fluxos operacionais para que sejam evitadas as produções com falhas devido à informação. Ainda neste capítulo, foi resgatado de maneira clara o significado da informação e

como ela tem valor agregado em todos os processos citados, independente da área que ela esteja sendo estudada ou trabalhada.

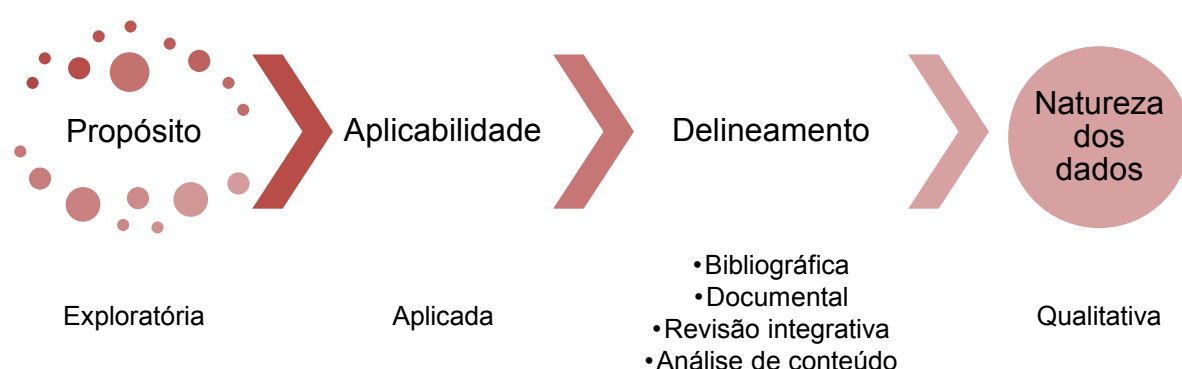
Parte-se do entendimento que quando aplicada a gestão de projetos na construção civil, a gestão da informação é uma parte do processo de desenvolvimento de uma modelagem e traz como pressuposto de que o *LIM* aplicado ao processo BIM trará benefícios ao produto projetado. Acrescente-se que a ISO 19650 em seu corpo evidencia a importância do gerenciamento das informações dentro dos processos da gestão de projeto desenvolvido em BIM.

4 ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO

Esta seção descreve a metodologia utilizada para o desenvolvimento do trabalho e apresenta a caracterização dele, assim como seu propósito.

A FIGURA 16 sintetiza a estrutura de caracterização da pesquisa como experimental sob seu propósito, aplicabilidade por simulação, delineamento a partir da busca bibliográfica e natureza dos dados de projeto de edifício com dados fictícios.

FIGURA 16 - ESTRUTURA DE CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA



FONTE: Autor (2021)

De acordo com Gil (2008), a pesquisa abordada se caracteriza como experimental, pois tem como finalidade desenvolver e esclarecer conceitos

Sob o ponto de vista de Silva e Menezes (2001), esta pesquisa também se caracteriza como aplicada, pois busca gerar conhecimento para que seja possível solucionar um problema de maneira prática.

Seu delineamento se caracteriza como uma pesquisa bibliográfica, pois tem base em materiais já publicados; também uma revisão integrativa, pois gera conhecimento a partir de pesquisas anteriores (BOTELHO; CUNHA; MACEDO, 2011). Sua técnica se adequa também como documental, pois considera documentos não tratados analiticamente (GIL, 2008) e, por fim, a natureza dos dados tratados é qualitativa, pois é utilizada a técnica de análise de conteúdo (BARDIN, 2011).

4.1 ESTRUTURA DA PESQUISA

Para atender aos objetivos dessa pesquisa, optou-se por dividi-la em duas etapas para uma melhor sintetização e organização dos temas abordados.

A primeira etapa do trabalho contém as pesquisas bibliográficas sobre os conceitos supracitados com o objetivo de identificar os principais pontos sinérgicos entre estes. Nesta etapa serão atingidos os dois primeiros objetivos específicos.

Já para a segunda etapa é apresentado uma simulação de modelagem seguido de análises do fluxo abordado para ela e o desenvolvimento do fluxo Lean BIM, atendendo os últimos objetivos específicos e o geral.

4.2 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA, DOCUMENTAL E REVISÃO INTEGRATIVA

As pesquisas bibliográficas foram desenvolvidas com base em um corpus pré-estabelecido que serviu como fundamento para o referencial teórico abordado. A análise de conteúdo resultou na representação da sinergia entre o LIM e o BIM.

A pesquisa inicia com uma revisão bibliográfica para contextualização dos conceitos abordados para o leitor, utilizando trabalhos datados entre 1997 e 2021, as palavras-chave utilizadas para a busca dos trabalhos de referência foram: *Lean Information*; *Informational flow in civil construction*; *Exchange of information on projects*; BIM e *Informational flow*; e IFC.

Na sequência, fez-se uma revisão integrativa com filtro de documentos que serviram de base para os conceitos resultando no quadro de aproximação conceitual apresentado no capítulo 4.

Para a constituição do banco de dados da pesquisa foram utilizadas as bases: Scielo, Taylor and Francis e Science Direct. Nelas foram pesquisados artigos dentro do intervalo de 1997 a 2021, por meio das palavras-chave e operador booleano apresentado no QUADRO 7 (a seguir) e resultando na quantidade total de 4958 trabalhos.

Para a base Taylor and Francis, além das palavras-chave e o operador AND, também foi aplicado mais um filtro para limitar a área de busca: Built Environment and Engineering & Technology.

QUADRO 7 - RESULTADOS DAS BUSCAS

Padrão da busca	SciELO	Taylor and Francis	Science Direct
BIM and Lean	5	121	257
BIM and Lean Information	7	117	253
BIM and Lean information management	0	117	238
Lean information management and building	3	949	2891
Total	4958		

FONTE: Autor (2021)

Na base do Science Direct foi aplicado filtro de área (Engineering) e filtro de tipo de documento (Review articles e Research articles).

Após a busca em cada base, delas foram exportados os arquivos de gerenciamento de pesquisa (.RIS). A base Taylor and Francis, nativamente exposta apenas em formato “.csv”, portanto foi necessário baixar um software chamado Zotero, nele foram importados os arquivos “.csv” da base e então convertidos em “.ris”. Após ter todos os arquivos “.ris” baixados, foi necessário os importar no software Endnote para que ele eliminasse todos os trabalhos duplicados. Com a eliminação das duplicatas o número de trabalhos de 4958 reduziu para 2334.

Com as duplicatas removidas fez-se a exportação do arquivo ao Endnote em formato “.xml” e importado no Zotero novamente. Pelo Zotero em sua mecânica de pesquisa foram aplicadas 5 regras de busca de artigos, filtrando-os em 50 artigos. As regras estão descritas no QUADRO 8 abaixo.

QUADRO 8 - PADRÃO DE BUSCA ZOTERO

Tipo	Boleano	Palavra
Título	Contém	BIM
Título	Contém	Lean
Título	Contém	Information
Título	Contém	Management
Resumo	Contém	visbile
Resumo	Contém	management
Resumo	Contém	lean information
Resumo	Contém	Building
Resumo	Contém	processos
Resumo	Contém	minimizazion
Resumo	Contém	production

Fonte: Autor (2021)

Com os 50 trabalhos filtrados (todos listados no apêndice 1), um novo arquivo “.ris” foi exportado para que fosse analisado a bibliometria com auxílio do software VOSviewer. Nele foi importado o arquivo e criado um mapa de análise binária buscando as correlações entre títulos e resumos.

As redes figuradas no mapa de análise se destacam como publicações de interesse nesta dissertação. Acrescente-se que a análise do conteúdo se centra nas redes formadas pelos autores a partir das palavras-chave e das citações entre os autores. Elas estão descritas no capítulo de sinergia dos conceitos.

Após a constatação da sinergia entre os conceitos, foram desenvolvidas duas modelagens iguais com fluxos diferentes considerando o tratamento da informação modelada para fins de compatibilização e a discussão que será ampliada no Capítulo 5.

4.3 SIMULAÇÃO

Bruyne, Herman e Schoutheete (1977) afirmam que a simulação traz como vantagem ao pesquisador a ocorrência em um ambiente controlado e fechado, seja ele virtual ou físico. Por sua vez, Sterman (2001) afirma que ao mesmo tempo que a simulação pode ser benéfica por gerar muitas variáveis, o comportamento dessas pode se tornar complexo, exigindo uma limitação do entendimento do conjunto de dados.

Para superar essa limitação, Vicente (2005) afirma que as variáveis devem ser operacionalizadas de alguma forma e que mesmo que simplificadas, demonstrem apenas o cenário estudado. O autor complementa que o processo de simulação pode se dar em três etapas: obtenção de dados, projeções baseadas nos dados e confirmação ou não dos resultados (VICENTE, 2005).

Esta pesquisa adotou duas etapas de simulação para ajudar na sistematização da busca das aproximações LIM e BIM de Deritti e Freitas (2021) e a definição de uso específico do modelo BIM para orçamento, de acordo com os usos BIM de Succar (2016).

Os softwares utilizados para esses experimentos foram ARCHICAD em sua versão 24 para a modelagem dos objetos, para a verificação das informações e

classificações através da exportação de um modelo IFC, foi utilizado o Solibri Office, em sua versão 9.10.5.18.

Na primeira modelagem, foram utilizadas ferramentas com finalidades distintas para criar objetos (uma mesa e prateleiras). Nesta primeira simulação, os elementos modelados permaneceram com suas classificações originais, ou seja, não houve um tratamento das classificações dos elementos geradores do objeto.

Na segunda modelagem, os elementos modelados que compunham a mesa receberam as classificações corrigidas para que sua exportação seja correta (adotando parâmetros de qualidade da informação). Em seguida, foi configurado o tradutor de exportação do elemento para que as informações necessárias para o cenário simulado fossem enviadas.

Será apresentada uma modelagem experimental de um empreendimento de 10 pavimentos, sendo 1 térreo, 8 pavimentos tipo e Caixa d'água/barrilete, com o intuito de atingir os últimos objetivos elucidando as vantagens de se aplicar a gestão enxuta da informação em um fluxo de modelagem.

Esse fluxo será preparado para a entrega de um modelo para orçamento como uso BIM, de acordo com os usos BIM organizados pela BIM Excellence (2020) sob o código 4070 – *Cost Estimation*. A opção pelo uso para orçamento se deu pela experiência de mercado de trabalho do autor que vivencia a falta de padrões por parte de construtoras. A modelagem proposta configura-se como uma simulação de acordo com a visão de Vicente (2005).

Para que a simulação não se tornasse complexa, o escopo de orçamento se limitou apenas no modelo arquitetônico, trazendo os resultados de orçamento apenas para a arquitetura, desconsiderando todas as outras disciplinas complementares de projeto (estrutura, instalações e impermeabilização).

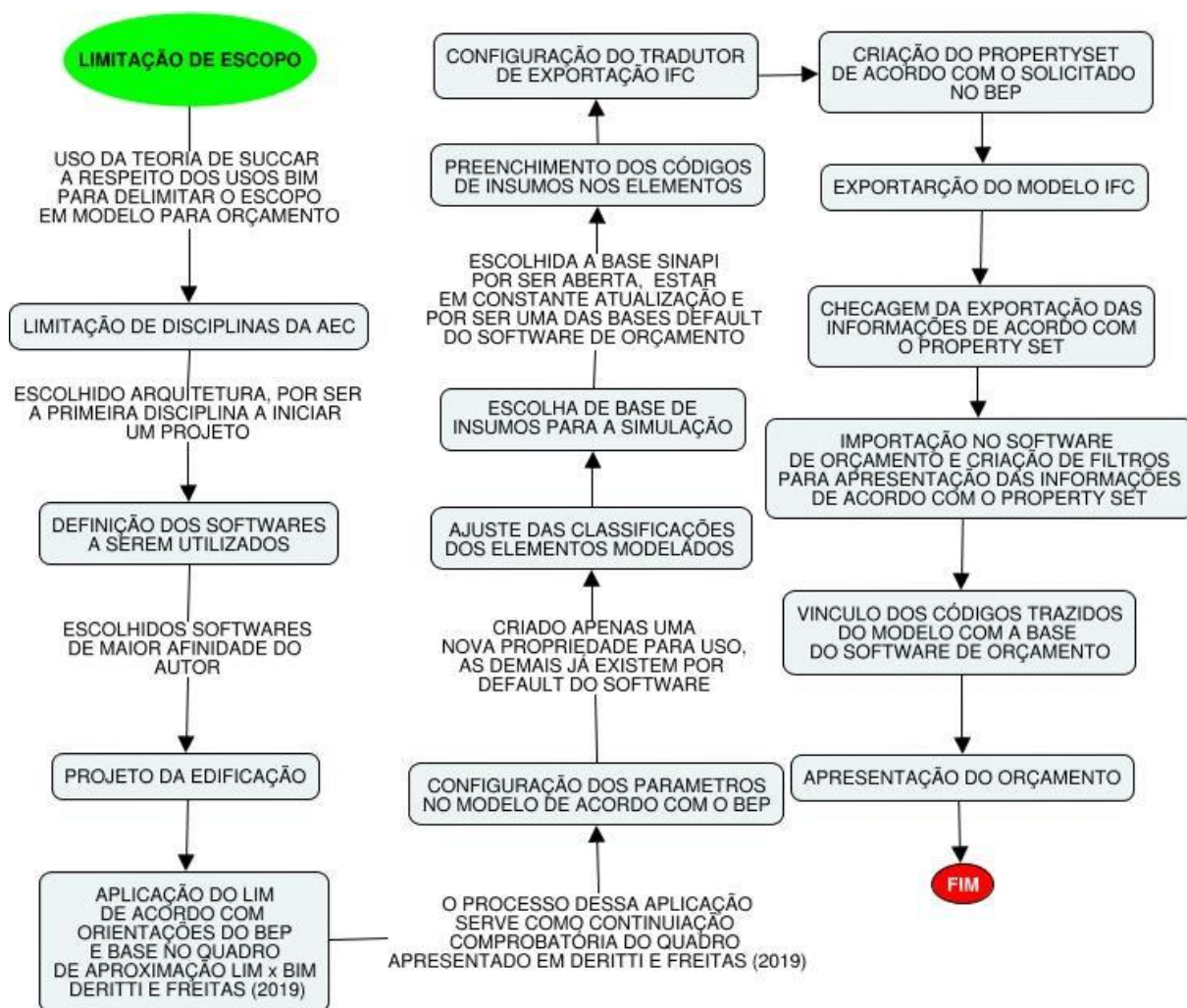
A simulação iniciou pela modelagem arquitetônica do empreendimento, depois a escolha da base de orçamento, Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) e a inserção dos códigos dela no modelo, configuração dos Property Sets para exportação das informações, configuração do tradutor IFC para a exportação, checagem do modelo em um software de gerenciamento para garantir que as informações tivessem sido exportadas de maneira correta e, por fim,

a importação do modelo em um software de orçamento para que o modelo pudesse ser orçado de acordo com a base optada.

Os programas utilizados para o desenvolvimento das simulações foram: Solibri (9.12.4.18); Archicad (24) e QiVisus (2021).

Para figurar o processo, desenvolveu-se a FIGURA 17 que elucida o fluxo seguido para a simulação.

FIGURA 17 - FLUXO DO PROCESSO DE MODELAGEM DO PROJETO – SIMULAÇÃO



Fonte: Autor (2021)

Os tópicos da figura demonstram de maneira prática o fluxo acima apresentado e trazem as análises feitas com base na simulação desenvolvida.

Finalmente, a estratégia utilizada será fechada com as análises conclusivas do alcance dos objetivos estabelecidos na pesquisa e metas propostas de inovação e contribuições científicas para a área de gestão de projeto.

5 SINERGIA LIM E BIM E SIMULAÇÃO NA MODELAGEM EM PROJETO BIM

Neste capítulo, será apresentada a sinergia entre o BIM e o LIM, após a apresentação da sinergia, será feita a simulação de modelagem para fins de orçamento de uma edificação com base em um BIM Execution Plan (BEP) de uma construtora existente em 2021, elucidando o impacto do LIM no fluxo de trabalho.

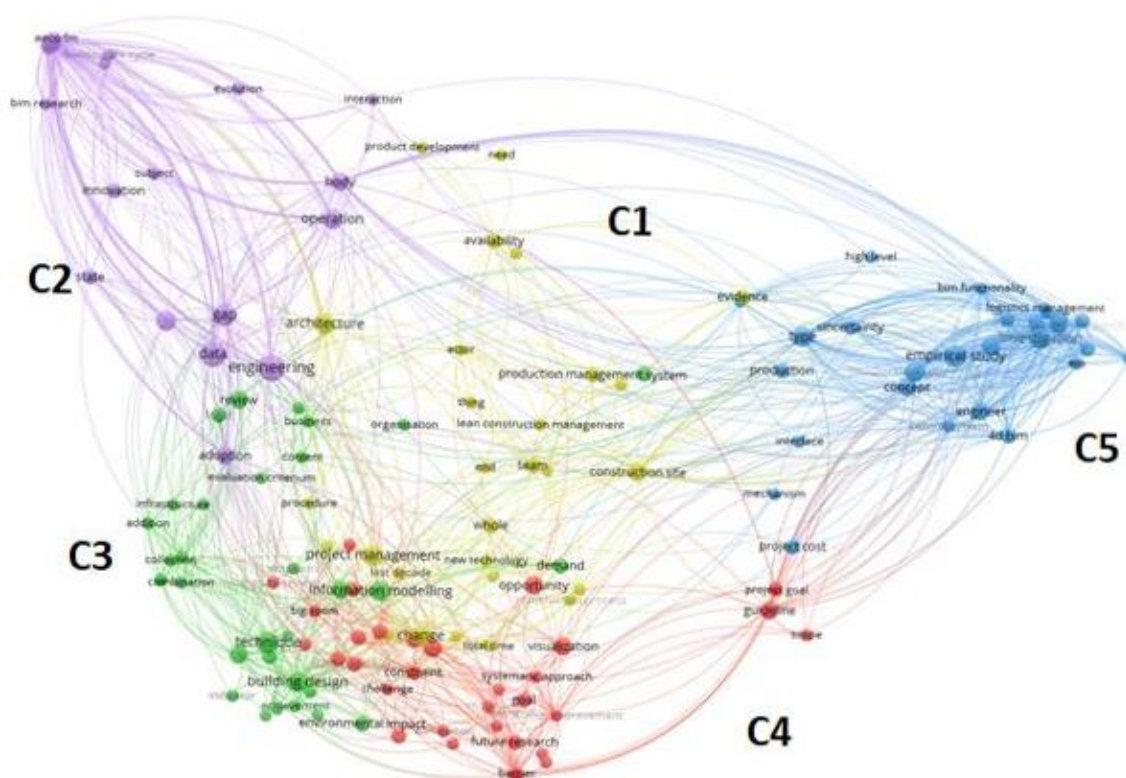
A seguir, os principais conceitos adotados para ajudar no entendimento e posterior análise dos resultados desta simulação. A começar por estabelecer como é o comportamento do fluxo informacional em um projeto e quais as características relevantes para que promova a interoperabilidade.

5.1 SINERGIA LIM E BIM

Como descrito na metodologia, um dos passos para alcançar a sinergia entre o LIM e o BIM foi a análise bibliométrica que destaca as ligações entre os trabalhos destacados.

A FIGURA 18 apresenta as fontes organizadas pelo critério de agrupamento por concorrência de termos. Ao considerar as palavras que mais ocorrem na literatura e reuni-las, identifica-se quais clusters são mais representativos para a pesquisa desejada. Todos os artigos estão listados ao final da dissertação em Apêndice 1.

FIGURA 18 - MAPA BIBLIOMÉTRICO RETIRADO DO VOSVIEWER



Fonte: Autor (2021)

A análise da malha apresentada, em conjunto com a leitura dos artigos, consta-se que a rede amarela (C1) representa o elo entre todos os trabalhos, trazendo como palavras-chave de maior destaque: *architecture* (OZTURK, 2021); *team* (LIN, 2015); *lean construction management* (DALLASEGA et al, 2020); *project management* (MURGUIA et al, 2017) e *Building information management* (OZTURK, 2021).

Nota-se que o gerenciamento é o ponto central dos trabalhos pesquisados, destaca a importância da gestão do projeto para que alcance o nível de execução, revisões e um processo de gerenciamento (DALLASEGA et al., 2020; LIN, 2015; MURGUIA et al., 2017, 2017; OZTURK, 2021).

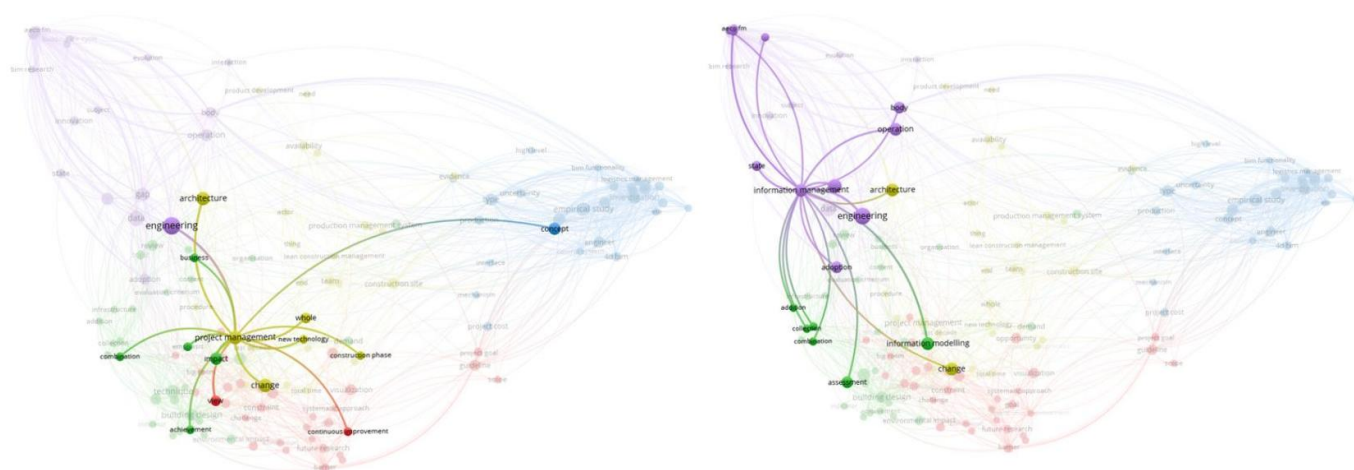
Na sequência, tem-se a rede roxa (C2), os trabalhos nela encontrados tratam da operação das atividades, envolvendo as lacunas e os fluxos de informação do projeto (AMEZIANE, 2000; FORZA, SALVADOR, 2001) com impacto direto nas práticas da gestão em obra (FROESE, 2010). Há uma linha comum de pensamento que destaca o planejamento como importante para que um processo seja executado com base nas práticas impostas pelo gestor do projeto, tendo como premissa o olhar da engenharia no que tange a inovações, garantia da operação e o controle dos dados e a gestão

das informações que são repassadas durante os processos. (AMEZIANE, 2000; FORZA; SALVADOR, 2001; FROESE, 2010; GÓMEZ CABRERA; QUINTANA PULIDO; ORLANDO ÁVILA DÍAZ, 2015; HEIGERMOSER *et al.*, 2019; MORLHON; PELLERIN; BOURGAULT, 2014).

A rede verde (C3) trata do histórico (BRUNO, DE FINO, FATIGUSO, 2017) que concentra o processo BIM, onde as informações geridas são de fato modeladas e trabalhadas para atingir o objetivo de um projeto (JUPP, 2017). O modelo final demanda a necessidade de informações geridas e revisadas pelos projetistas para a garantia do fluxo de modelagem. Também se destaca as técnicas utilizadas que devem ser não só padronizadas no BEP como também inovadas durante o processo (BRUNO; DE FINO; FATIGUSO, 2018; JUPP, 2017; LIN, 2015; NATH *et al.*, 2015).

A malha azul (C5) transcreve a necessidade de pesquisas mais aprofundadas no âmbito do BIM, também destaca que a pesquisa constante está ligada com o conceito do gerenciamento. Bataglin (2018) ressalta o BIM aplicado à logística aplicada a montagem de sistemas pré-fabricados. Na malha ainda se percebe que é necessário a busca por novos mecanismos e operações para o desenvolvimento das atividades e técnica em projeto em BIM (BATAGLIN *et al.*, 2018; DALLASEGA *et al.*, 2020; RECK *et al.*, 2020; USTINOVICHUS *et al.*, 2018; VARGAS; FORMOSO, 2020).

FIGURA 19 - PALAVRAS DESTACADAS VOSVIEWER



Fonte: Autor (2021)

Por fim, a rede vermelha (C4) destaca as lacunas de pesquisas que foram mais aprofundadas com realce aos pontos que necessitam de melhores desenvolvimentos no fluxo de trabalho e projeto de um empreendimento (ARAYICI *et al.*, 2011; NATH *et*

al., 2015; SÁNCHEZ-RIVERA *et al.*, 2017). Esses gaps se ligam com as malhas roxas e amarelas por meio das palavras *information management* e *Project management*, demonstram força de repetição e um elo entre os artigos, o que serve de incentivo à busca da sinergia dos conceitos.

Em conjunto com a bibliometria apresentada, o QUADRO 9 traz com base nas leituras até aqui feitas a visão da GI sob a ótica de Ponjuan e dos pilares do BIM lado a lado para que seja possível reforçar a importância do gerenciamento das informações dentro do BIM através da similaridade em que os conceitos no quadro trazem.

QUADRO 9 - PROCESSOS DA GI x PILARES DO BIM

Termo/Malha	Diamante Informacional (PONJUAN, 2004)	Conjuntos da dimensão informacional nas organizações (PONJUAN, 2004)	Pilares do BIM (DAWOOD & VUKOVIC, 2015)
Filosofia (C5)		O tratamento da informação em uma organização faz parte de sua filosofia	
Contexto (C3)		Os contextos particulares unidos a cultura profissional e organizacional e a experiência, marcam influências na gestão da informação	
Políticas (C3)			Estabelecer modelo de processos padrões; estabelecer propriedades do modelo; estabelecer regras e responsabilidades
Oferta de informações (C3)	Aqui são sintetizados todos os aspectos da GI: componentes do meio ambiente, processos, tecnologias, pessoas. Marcado por um domínio de regulamentos, políticas e tendências. Competências e informações fazem toda diferença		
Pessoas (C1)	Elemento mais importante para a sociedade; responsabilidades definidas de acordo com o link pessoa-recurso; organização devem investir na preparação dos funcionários para o desempenho de suas atividades		Para a adequação da filosofia BIM em uma organização é necessário despertar nos envolvidos o engajamento, o trabalho em equipe, competências específicas, sentimento de liderança e treinamentos específicos.
Processos (C1, C3 e C4)		Faz ênfase nos relativos e nos processos e não aos seus métodos. Os encarregados assumem as responsabilidades pelas estratégias.	Identificar o workflow; alinhar o workflow com processos normativos; estabelecer os níveis de detalhes (LOD); estabelecer regras e modelo de acessos aos dados do modelo; identificar a capacidade do time no projeto; compartilhar os templates e as melhores práticas
Tecnologia (C1, C2 e C3)	Resposta técnica à evolução da internet e intranet; faz parte da infraestrutura de uma organização. Influencia diretamente no gerenciamento de informações.		Identificar as funcionalidades necessárias; identificar os softwares que se adequam melhor a cada função; criar um diagrama tecnológico; acesso à interoperabilidade de dados; estrutura de pastas de projeto; ter um servidor colaborativo; desenvolver um manual

			para os usos BIM na organização e para as interações com o servidor
Estrutura (C2)	Trata-se de organizar, coordenar, compartilhar, regular tudo o que favoreça um fluxo fluido e sistemático, permanente e dinâmico	A estrutura tem relação direta com os fluxos informacionais e determina a sua transferência.	
Técnicas (C4)		As equipes empregam para fortalecer suas estratégias, técnicas particulares de gestão com as análises de valor, análises estatísticas e simulações.	
Implementação (C4 e C5)		De acordo com a organização que se trate e suas particularidades, as trocas, os novos sistemas, a introdução de resultados podem estar comparados a outros enfoques, ser sistemática.	

FONTE: Autor (2020)

A partir do resgate dos conceitos de LIM elucidados por Womack (2011) e dos trabalhos trazidos, é que surge a proposta da aproximação entre os conceitos LIM e BIM como mostrado no QUADRO 10 (DERITTI & FREITAS, 2019).

QUADRO 10 - APROXIMAÇÕES CONCEITUAIS LIM X BIM

Princípios LIM	LIM NO BIM
Gerenciamento, minimização de necessidade e processos	O BIM minimiza a necessidade dos processos de gerenciamento das informações por centralizar todo o conteúdo de um projeto em um único modelo federado (TEZEL <i>et al.</i> 2020.; MANDUJANO <i>et al.</i> , 2016; ADDOR <i>et al.</i> , 2015; BATAGLIN <i>et al.</i> , 2018; HEIGERMOSER <i>et al.</i> , 2019; JUPP, 2017; SUN; TURKAN, 2020)
Processos, disponíveis	No processo de modelagem BIM, a informação é compartilhada em um <i>common data environment</i> (CDE), disponibilizando as informações modeladas aos participantes do projeto (3D) (ADDOR <i>et al.</i> , 2010; MCPARTLAND, 2017, MOLLASALEHI <i>et al.</i> 2018; AMEZIANE, 2000; BAILEY; FRANCIS, 2008; BATAGLIN <i>et al.</i> , 2018; HEIGERMOSER <i>et al.</i> , 2019; SÁNCHEZ-RIVERA <i>et al.</i> , 2017; USTINOVICHUS <i>et al.</i> , 2018)).
Agendar cada fluxo de valor de apenas um ponto.	Importante avaliar o fluxo de informação em cada dimensão e finalidade da entrega do modelo, para cada etapa de entrega analisar de forma individual cada informação necessária (EASTMAN <i>et al.</i> , 2008; LIN <i>et al.</i> , 2016; HADZAMAN <i>et al.</i> , 2016; MCPARTLAND, 2017 TRIBELSKY; SACKS, 2011; BRIOSO, 2015; DALLASEGA <i>et al.</i> , 2020; GÓMEZ CABRERA; QUINTANA PULIDO; ORLANDO ÁVILA DÍAZ, 2015; HEIGERMOSER <i>et al.</i> , 2019; LIN, 2015; NATH <i>et al.</i> , 2015; SÁNCHEZ-RIVERA <i>et al.</i> , 2017).
Controle de produção, montantes	O montante de informações a serem modeladas por nível possibilita um controle de produção durante as fases de um projeto (AZHAR, 2011; AIA, 2013; MANDUJANO <i>et al.</i> , 2016; ARAYICI <i>et al.</i> , 2011; BATAGLIN <i>et al.</i> , 2018; BRUNO; DE FINO; FATIGUSO, 2018; DEMIAN; WALTERS, 2014; NASCIMENTO <i>et al.</i> , 2017; RECK <i>et al.</i> , 2020).
Gerenciamento; transparente	O BIM aumenta a transparência nos dados e informações, mitigando mascaramento e desvio financeiro, melhoria na gestão das informações (AZHAR <i>et al.</i> , 2012; BUILDINGSMART, 2013; AIA, 2013; DAWOOD & VUKOVIC, 2015; BAILEY; FRANCIS, 2008; DEMIAN; WALTERS, 2014; SÁNCHEZ-RIVERA <i>et al.</i> , 2017; VARGAS; FORMOSO, 2020).
Lotes enxutos	A entrega é em lotes enxutos de pranchas (conforme contratado) e informações condizentes às dimensões e níveis de detalhamento contratados (SAKCS <i>et al.</i> , 2010; ADDOR <i>et al.</i> , 2015; BRIOSO, 2015; FORZA; SALVADOR, 2001; GÓMEZ CABRERA; QUINTANA PULIDO; ORLANDO ÁVILA DÍAZ, 2015; NATH <i>et al.</i> , 2015; OZTURK, 2020, 2021)

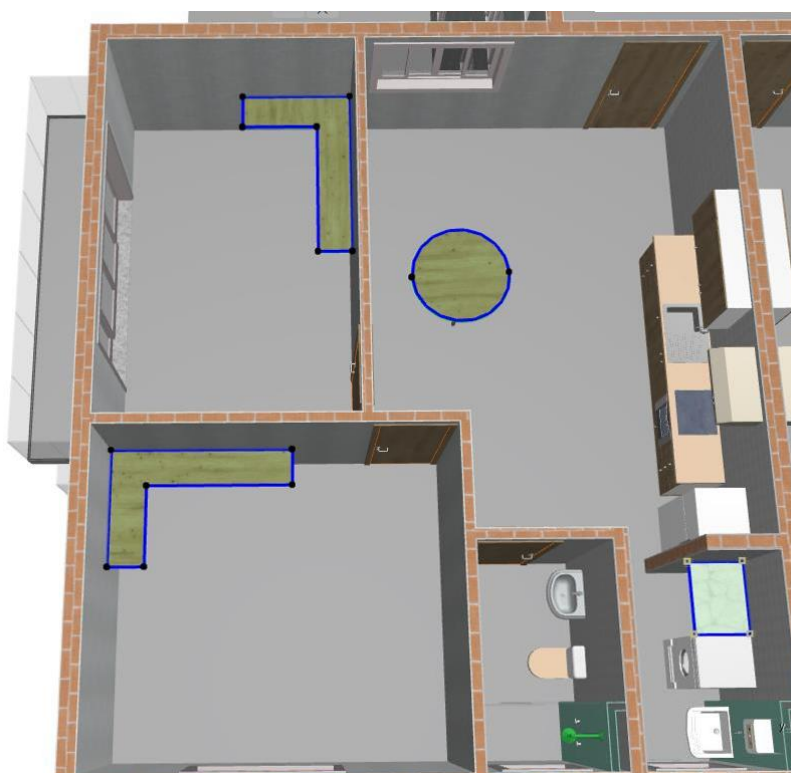
Fonte: Adaptado e ampliado de Deritti & Freitas (2019)

Neste cenário de estudos experimentais, os softwares BIM existentes no mercado que conseguem visualizar e extrair informações de modelos IFC, pode-se destacar o Solibri. Este possibilita ao usuário configurar diferentes tipos de regras para validação do modelo, como, por exemplo, regras de checagem de rotas de fuga, sentido de abertura de portas, colisões entre elementos de diferentes disciplinas, entre outras (LIN *et al.* 2016; MATARNEH *et al.* 2019)

5.2 SIMULAÇÃO LIM BIM

Para Kiviniemi *et al.* (2008) e Matarneh *et al.* (2019), é de extrema importância a correta classificação dos elementos nos softwares nativos antes da exportação IFC, pois uma classificação errada gera problemas em uma coordenação do modelo. Para comprovar, na FIGURA 20 é mostrado elementos modelados utilizando a ferramenta Laje no software ARCHICAD, esses elementos se repetem em todos os apartamentos.

FIGURA 20 - OBJETOS MODELADOS NO ARCHICAD

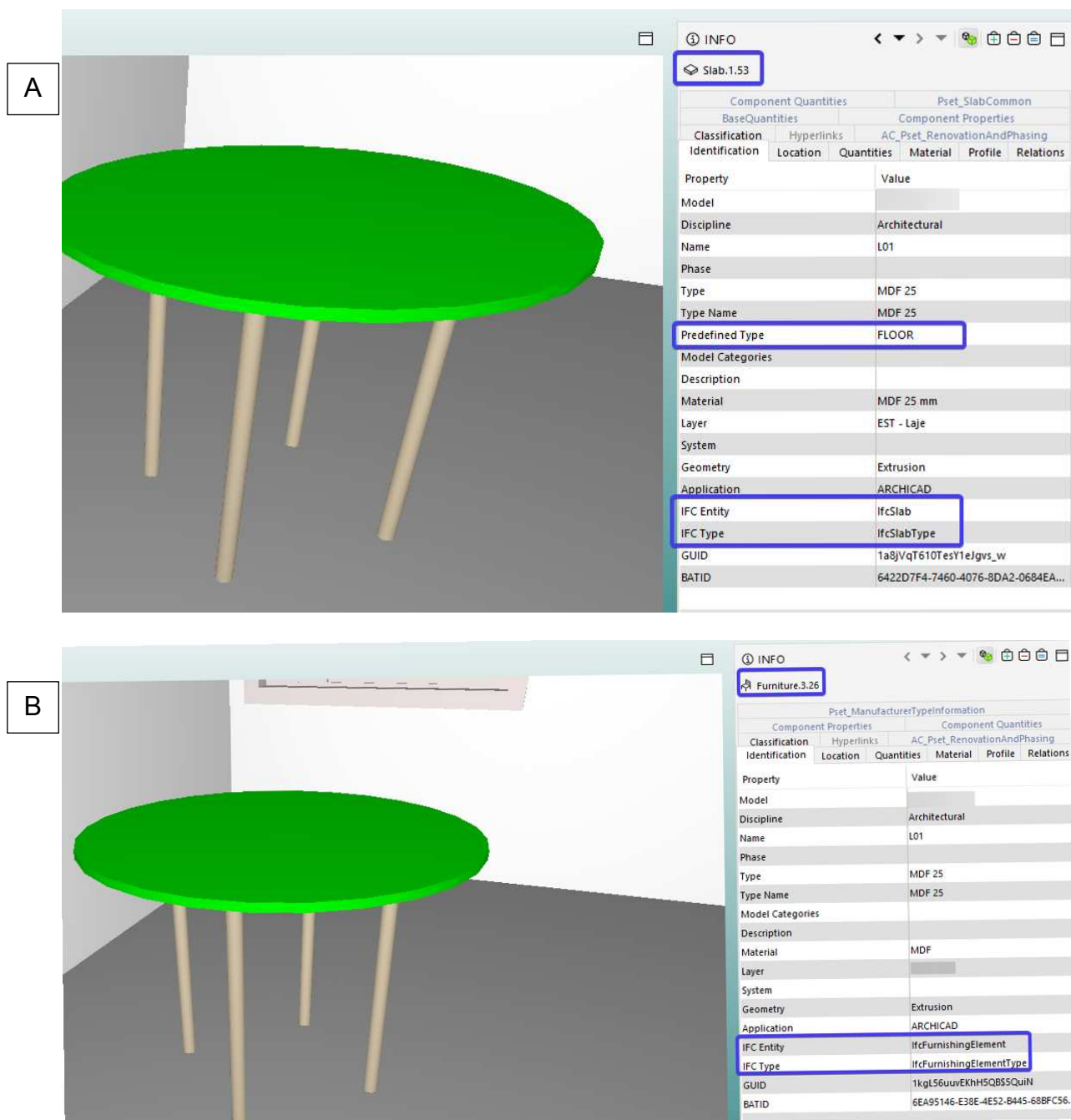


FONTE: Autor (2020)

O Archicad trabalha com o sistema de classificação baseado no sistema de classificação de elementos da construção civil, Omniclass, ou seja, cada classificação adotada no Archicad é referenciada a um código da Omniclass.

A FIGURA 21 mostra as mesas com as devidas classificações – são lidas no Solibri –, sendo que a mesa (a) mantém-se a classificação original das ferramentas utilizadas e na mesa (b) é reclassificado como objeto mobiliário.

FIGURA 21 - MESAS VISUALIZADAS NO SOLIBRI

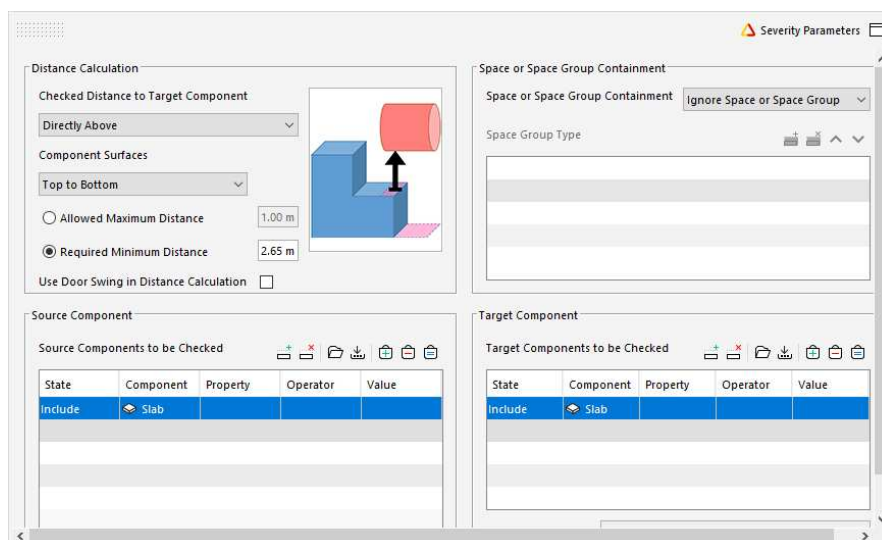


FONTE: Autor (2020)

Em um escopo de coordenação, a classificação de uma mesa como laje impactaria em regras específicas que chequem as lajes, como, por exemplo, regras de conexão entre lajes e vigas, altura de pé direito, entre outras possibilidades.

Para a regra foi configurado uma altura de 2,65m para aceite de pé-direito e que sejam verificados apenas elementos classificados como Lajes (0).

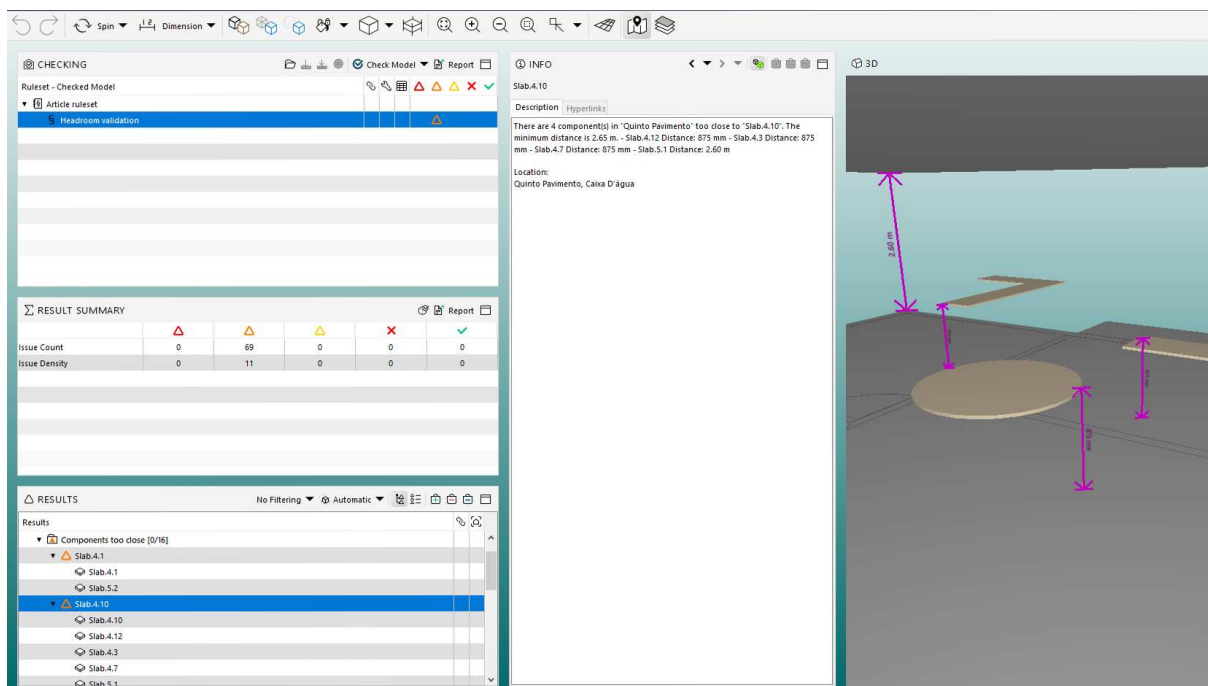
FIGURA 22 - CONFIGURAÇÕES DA REGRA



FONTE: Autor (2021)

Na FIGURA 23 (abaixo) é exemplificado o impacto para a checagem de altura de pé-direito com os elementos sem a classificação correta.

FIGURA 23 - REGRA DE CHECAGEM DE PÉ-DIREITO



Fonte: Autor (2021)

É notório na FIGURA 23 que a regra usada reportou 69 issues com alerta de que a distância mínima configurada entre lajes não é atendida (FIGURA 24).

FIGURA 24 - TOTAL DE ERROS ENCONTRADOS



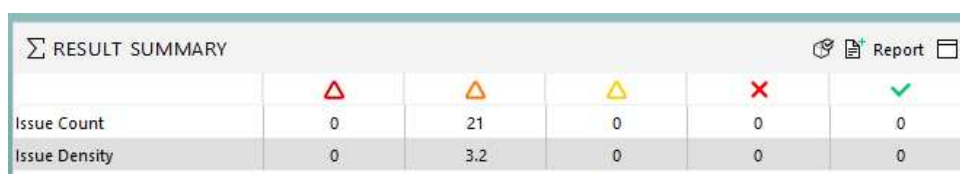
Issue Count	0	69	0	0	0
Issue Density	0	11	0	0	0

FONTE: Autor (2021)

Ao aprofundar o contexto da classificação, de acordo com a Buildingsmart (2013), a modelagem de um elemento deve conter um objetivo, uma finalidade, seja apenas para uma simples visualização 3D ou para um orçamento específico do elemento.

Ainda no mesmo exemplo, porém com a condição de ajuste das classificações dos elementos para que sejam exportados como mobiliários, nota-se que o número de *issues* reportadas pela regra no Solibri é menor, apenas 21 *issues* (FIGURA 25).

FIGURA 25 - TOTAL DE ERROS ECONTRADOS APÓS CLASSIFICAÇÃO



Issue Count	0	21	0	0	0
Issue Density	0	3.2	0	0	0

FONTE: Autor (2021)

Ainda utilizando o mesmo exemplo da mesa, se o objetivo do modelo fosse além da compatibilização, mas também com informações de custo, ou fabricante, é necessário que seja ajustado no tradutor de exportação IFC o conjunto de informações a serem exportadas para o modelo.

No caso do software ARCHICAD, para cada classificação existe um conjunto de propriedades diferentes que serão exportadas para o IFC. Então no caso da mesa, ao abrir as definições do tampo da mesa já classificada como mobiliário é possível encontrar as propriedades do fabricante e custo (FIGURA 26).

FIGURA 26 - PROPRIEDADES DA MESA

Definições da Laje Seleccionada

Selecionado: 1 Editável: 1

GEOMETRIA E POSICIONAMENTO

PLANTA E CORTE

MODELO

CLASSIFICAÇÃO E PROPRIEDADES

CLASSIFICAÇÕES

☒ Classificação ARCHICAD - ... Mobília

ID E CATEGORIAS

ID	M01
Função Estrutural	Elemento Não-Estrutural
Posição	Interior

RENOVAÇÃO

Estado de Renovação	A Construir
Mostrar em Filtro de Reno...	Todos os Filtros Relevantes

INFORMAÇÕES DO PRODUTO

Modelo	Tampo de mesa quadrado
Número de Série	<Indefinido>
Código EAN	<Indefinido>
Código de Barras	<Indefinido>
Data de Aquisição	02/02/2020
Valor	300,00

FABRICAÇÃO

Fabricante	Marcenaria Marcenaria
Data de Fabricação	03/02/2020
País de Origem	Brasil
Site do Produto	www.marcenaria.com.br

GARANTIA

Fornecedor	Marcenaria Marcenaria
Início da Garantia	03/02/2020

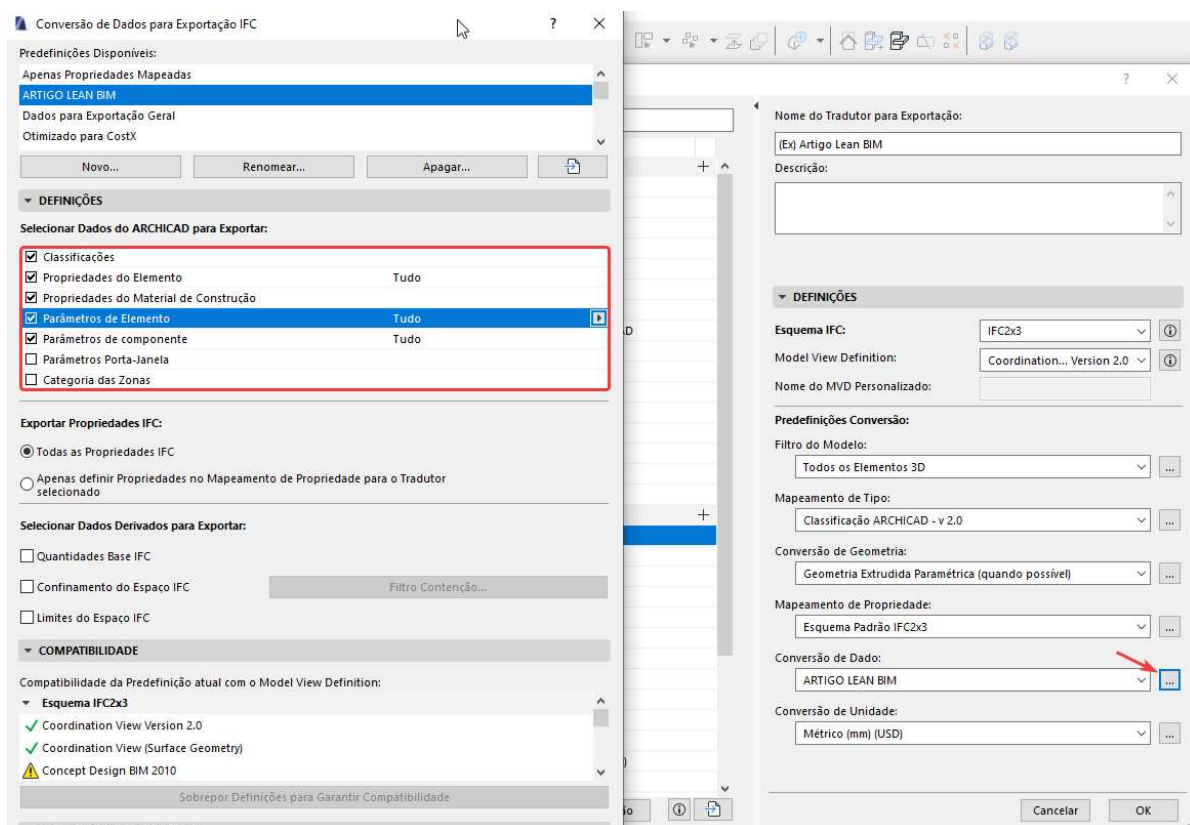
ARQ - Marcenaria

Cancelar OK

FONTE: Autor (2020)

A partir do preenchimento das propriedades, deve-se configurar no tradutor de exportação de IFC quais dados serão convertidos para o padrão de descrição IFC. No software é possível configurar esses detalhes de maneira prática como mostrado na FIGURA 27.

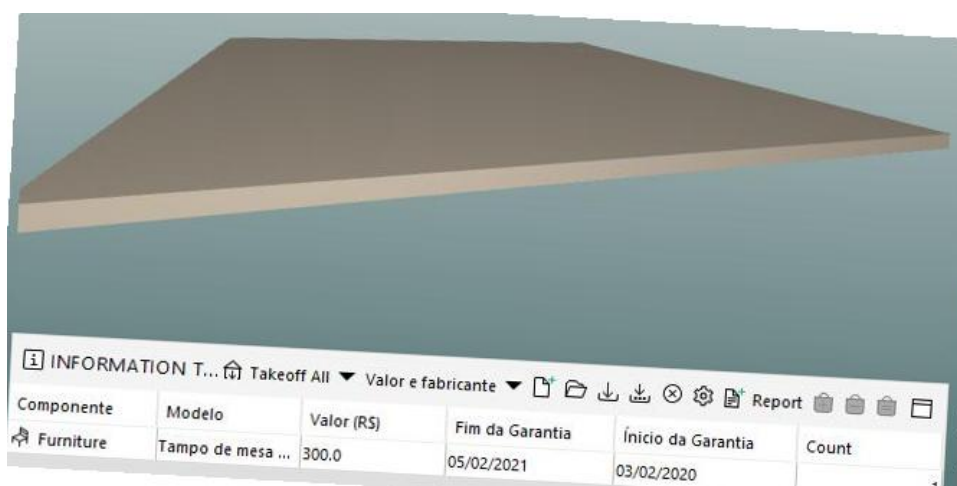
FIGURA 27 - CONFIGURAÇÃO TRADUTOR IFC



FONTE: Autor (2020)

Com essas propriedades definidas e exportadas é possível, no Solibri, extrair o custo desse tampo, entre outras informações (FIGURA 28).

FIGURA 28 - EXTRAÇÃO DE INFORMAÇÕES DO TAMPO DA MESA



FONTE: Autor (2020)

No fluxo acima, de modelagem, é possível identificar os conceitos do *lean information* aplicados, como o impacto da classificação, o fluxo que essa informação

segue e os pacotes de informações que serão ou não exportadas para um modelo IFC de acordo com sua finalidade.

Para o fluxo da simulação apresentado a seguir, foram utilizadas como base as orientações retiradas do BEP de um projeto nominado ARANDÁ da ATR INCORPORADORA (2021).

A seguir, o QUADRO 11 foi desenvolvido a partir do BEP da construtora de acordo com a estrutura base de BEP apresentada anteriormente.

QUADRO 11 - INFORMAÇÕES GERAIS DO PROJETO EXTRAIDAS DO BEP

Nome da edificação:	Edifício Residencial Arandá
Projetos contratados em BIM:	Elétrica; telecomunicações; hidrossanitário; gás natural; estrutural; arquitetura; paisagismo e interiores
Usos do BIM:	Coordenação 3d; Planejamento e orçamento
Requisitos de dados e informações:	Configurações de propertyset específico para a exportação do modelo.
Controle do modelo:	Fluxo de compatibilização através da interoperabilidade entre modelos através do IFC e uso do software Solibri como responsável pelo agrupamento e checagem
Necessidades de infraestrutura tecnológica:	Hardwares mínimo esperado para o desenvolvimento do projeto: PLACA MÃE H310M, SOCKET LG115X; MEMORIA RAM 16GB DDR4 2400MHz; PLACA DE VIDEO GTX 1050 TI 4GB ROM; PROCESSADOR I5 8ª GERAÇÃO, 3.2GHz; ARMAZENAMENTO SSD 256GB
Entregas do projeto:	IFC, PDF, XLSx, DWG

Fonte: Adaptado de ATR INCORPORADORA (2021)

De acordo com o quadro apresentado, nota-se que há uma orientação de organização das informações ao citar que há configurações de um propertyset específico para a exportação do modelo.

Como o projeto Arandá tem como um de seus usos BIM o orçamento através do modelo, entende-se que o conjunto de dados específicos (property sets) para ele atende o fluxo para o uso específico, portanto o QUADRO 12 apresenta os parâmetros que serão exportados.

QUADRO 12 - PARÂMETROS A SEREM EXPORTADOS (DADOS)

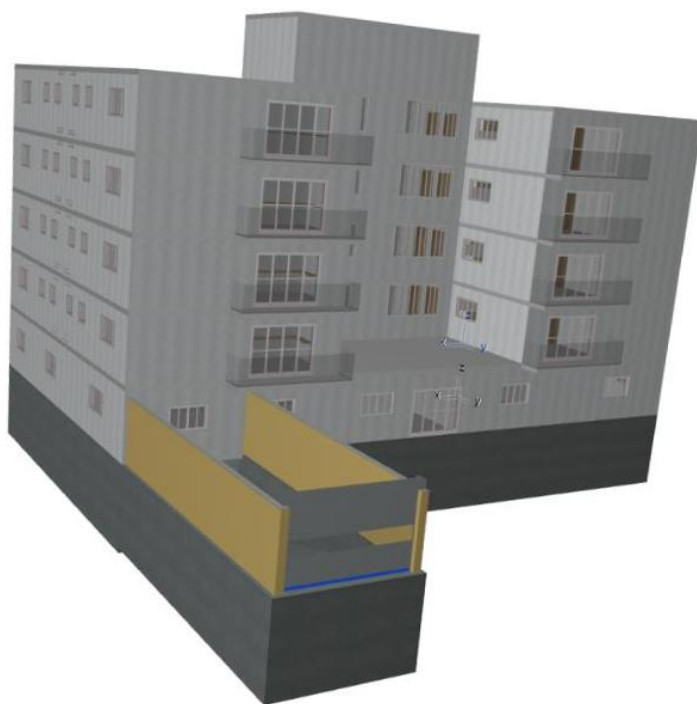
Nome do parâmetro	Dados	Observações
<u>Largura</u>	Largura (cm)	Esse parâmetro deverá constar apenas em elementos que são comprados pelas dimensões LxAxC
<u>Altura</u>	Altura (cm)	Esse parâmetro deverá constar apenas em elementos que são comprados pelas dimensões LxAxC
<u>Comprimento</u>	Comprimento (cm)	Esse parâmetro deverá constar apenas em elementos que são comprados pelas dimensões LxAxC

<u>Diâmetro</u>	Diâmetro em milímetros ou polegadas	Aplicável a tubulações, eletrodutos e demais elementos dessa categoria.
<u>Comprimento linear</u>	Comprimento em metros	Aplicável a qualquer elemento que seja comprado pelo comprimento linear
<u>Volume</u>	Volume em metros cúbicos	Aplicável a elementos e materiais que são quantificados por volume
<u>Área</u>	Área em metros quadrados	Aplicável a elementos e materiais que são quantificados por área
<u>Potência</u>	Em Watts, CV ou VA	Quando aplicável: bombas, máquinas específicas, geradores, transformadores etc.
<u>Tensão</u>	Em volts	Tensão específica de equipamentos especiais
<u>Pavimento</u>	Nome e número do pavimento	-
<u>Insumo</u>	Número do insumo de acordo com a EAP	-
<u>Ambiente</u>	Nome do ambiente	Nome do ambiente ao qual o elemento faz parte.

Fonte: ATR INCORPORADORA (2021)

Com a base de informações definida, desenvolveu-se um edifício padrão residencial com 4 pavimentos tipo, 1 térreo, 1 subsolo, caixa d'água e barrilete. Na sequência, tem-se a FIGURA 29 para exemplificar a simulação proposta.

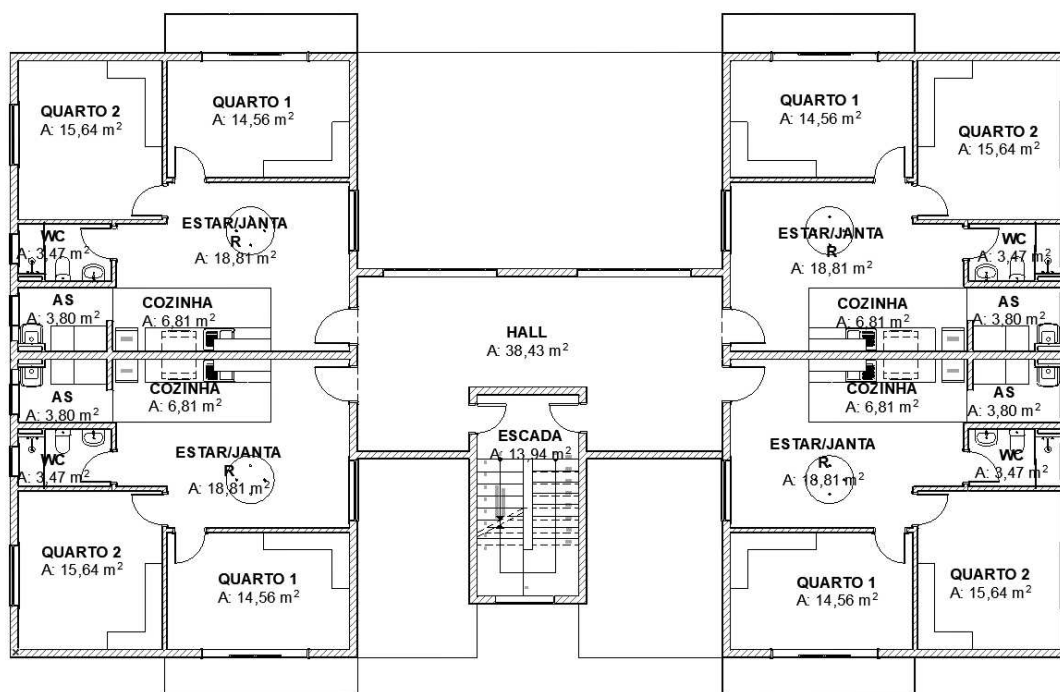
FIGURA 29 - EDIFÍCIO MODELO



Fonte: Autores (2021)

Cada pavimento tipo com quatro apartamentos tipo iguais, apenas espelhados como mostrado na FIGURA 30.

FIGURA 30 - PLANTA PAVIMENTO TIPO



Fonte: Autores (2021)

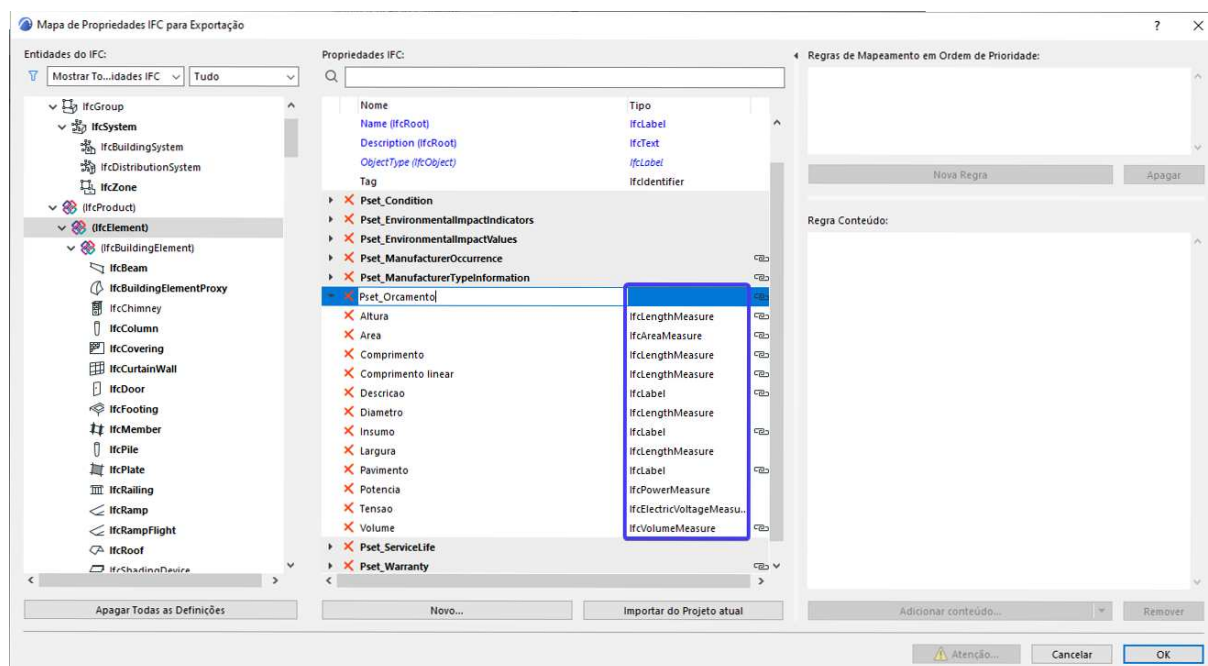
Este edifício é um projeto autoral, foi feito apenas para fins didáticos e não possui diretriz de nenhuma normativa de obras de qualquer cidade ou estado. Entretanto, para a dissertação apenas o BEP do Edifício Arandá foi autorizado, não sendo possível reproduzir sua arquitetura original.

Após a elucidação da importância da gestão do fluxo de informações em modelos BIM, para exemplificar o impacto dela, optou-se por trabalhar com a exportação do modelo para fins de orçamento. Ou seja, o processo será configurar o modelo para que seja apto para ser recebido por um software de orçamento e trabalho com o uso BIM de orçamentação.

Portando, para que seja possível orçar o projeto sem a necessidade de uma criação de bases, foi utilizado o banco de dados da SINAPI com referência Janeiro de 2021 não desonerada.

Após a definição da base a ser usada, foi criado no Archicad um parâmetro para receber o código SINAPI em cada elemento do modelo. Após isso, foi criado o propertyset com os parâmetros orientados pelo BEP de referência (FIGURA 31).

FIGURA 31 - PROPERTY SET DE ORÇAMENTO CRIADO NO ARCHICAD

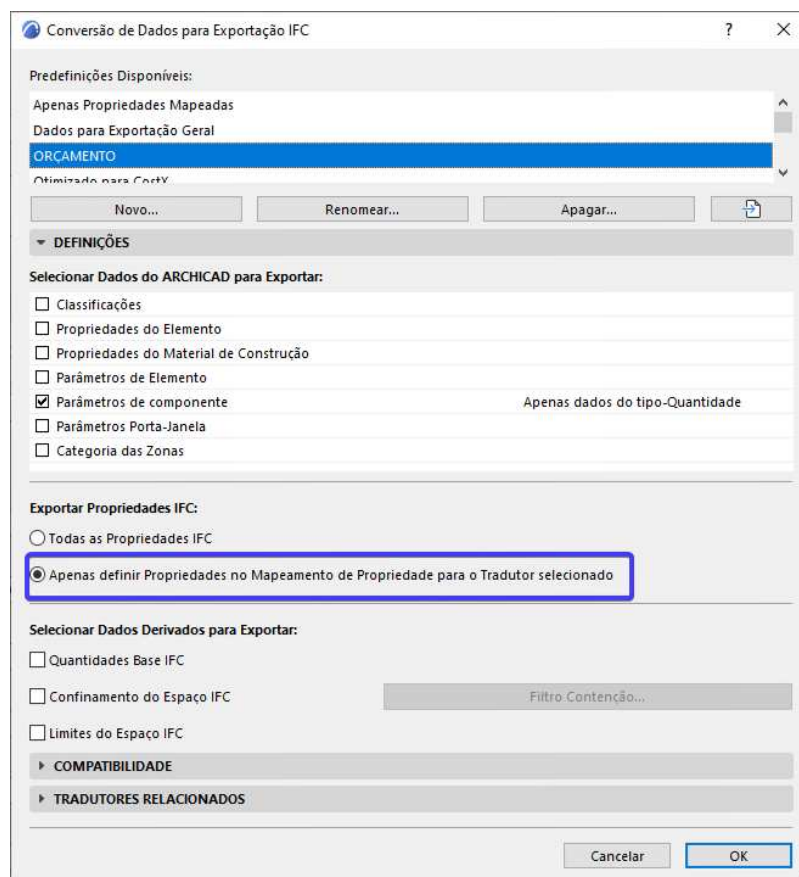


Fonte: Autores (2021)

Ainda sobre a FIGURA 31, de acordo com a buildingsmart, os valores das informações IFC devem representar a real finalidade do tipo de parâmetro. Assim como explicado na estrutura IFD, cada tipo de dado tem sua estrutura particular. Portanto, foram definidos os tipos de valores de acordo com a finalidade do dado do parâmetro.

Para a exportação do modelo, um tradutor específico também foi configurado, dando foco principal no pacote de dados a serem exportados (FIGURA 32).

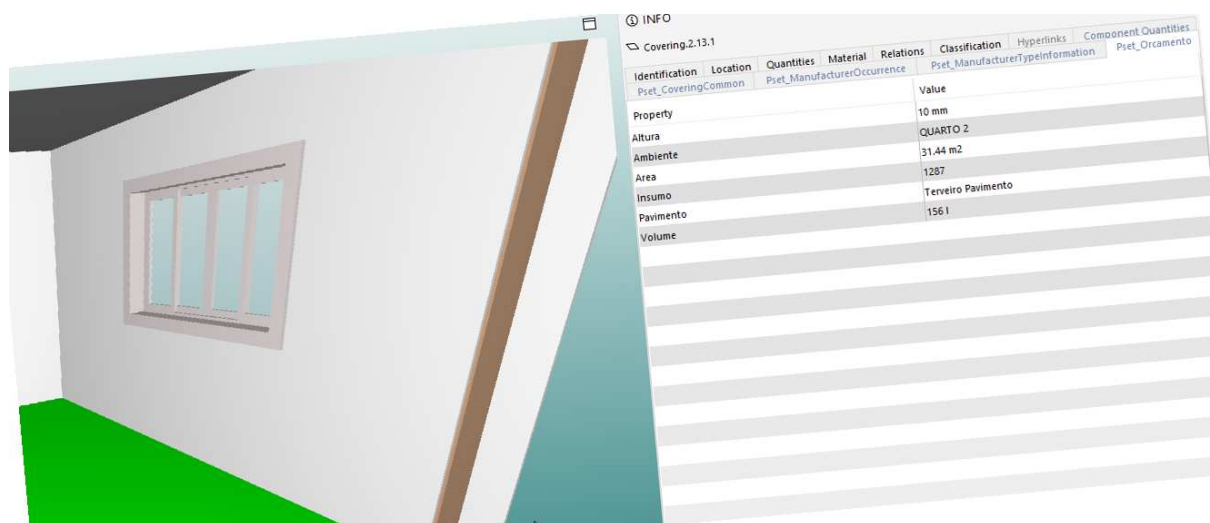
FIGURA 32 - CONFIGURAÇÃO DE CONVERSÃO DE DADOS



Fonte: Autores (2021)

Após a exportação, para a garantia de que o modelo está apto para orçamento, sugere-se analisar o modelo em um software de gerenciamento. Neste exemplo, o modelo foi importado no Solibri, software dedicado a análise e gerenciamento dos modelos. Ao abrir no Solibri, o modelo foi checado elemento por elemento, verificando a configuração dos dados armazenados no propertyset (FIGURA 33).

FIGURA 33 - CHECAGEM DO PROPERTY SET NO SOLIBRI



Fonte: Autores (2021)

Como mencionado no BEP referência, nem todos os elementos contemplariam todas as informações nele sugeridas, visto que alguns parâmetros são exclusivos a elementos específicos, por exemplo: tensão, esse é um parâmetro exclusivo para elementos que possuam carga elétrica.

Ao constar como apto o modelo, este foi importado em um software de orçamento que já tem em sua pré-configuração a base SINAPI para ser utilizada. O software utilizado para o fim de orçamento foi o QiVisus.

Ao subir o modelo no software, ainda é necessário configurar seus filtros para que ele leia os parâmetros e apresentem os dados de acordo com a configuração de informações vindas do modelo (FIGURA 34).

FIGURA 34 - FILTROS NO QIVISUS

Filtro de extração de dados

☒ Contabilizar este elemento na lista de quantitativos
☒ Utilizar quantitativos contidos em grupos de propriedades

Grupo propriedades

Descrição e medição Marcar como

+ - ↑ ↓ Descrição do objeto na lista

Ignorar	Prefixo	Informação	Sufixo
<input checked="" type="checkbox"/>		Insumo (Pset_Orcamento)	

+ - Σ Medição do objeto

Ignorar	Prefixo	Descrição	Filtro	Método principal	Alternativo	Unid	Multiplic
<input checked="" type="checkbox"/>		Itens	Filtro	Area (Pset_Orcamento)	Lista	auto	1

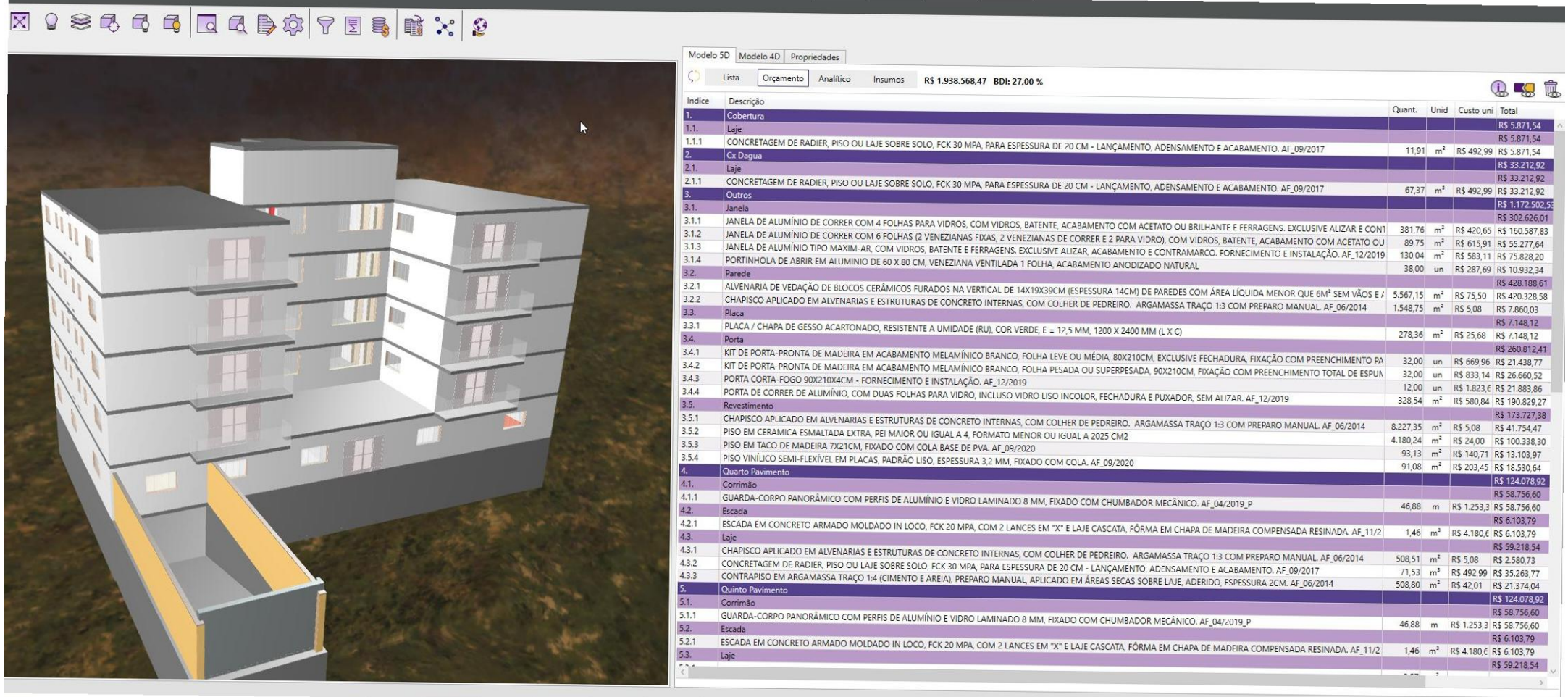
☒ Elementos com múltiplos materiais, gerar um quantitativo de área para cada material (parede e laje cebola)
 A opção 'Ignorar' desconsidera o elemento que contém quantitativos extraídos via grupo de propriedades.

OK Cancelar Ajuda

Fonte: Autores (2021)

A FIGURA 35 traz o resultado do orçamento após a configuração dos filtros e a relação dos insumos vindos do modelo com os códigos SINAPI da base do software.

FIGURA 35 - ORÇAMENTO FINALIZADO



Fonte: Autores (2021)

A partir desse fluxo configurado, é possível salvar um template no software de orçamento para que ele sempre possa receber um modelo com a configuração de dados trabalhada. Assim, o usuário não necessita configurar mais nada do que já está relacionado, ficando apenas – se necessário – acréscimos de novos vínculos de novos elementos, o que torna o processo mais produtivo.

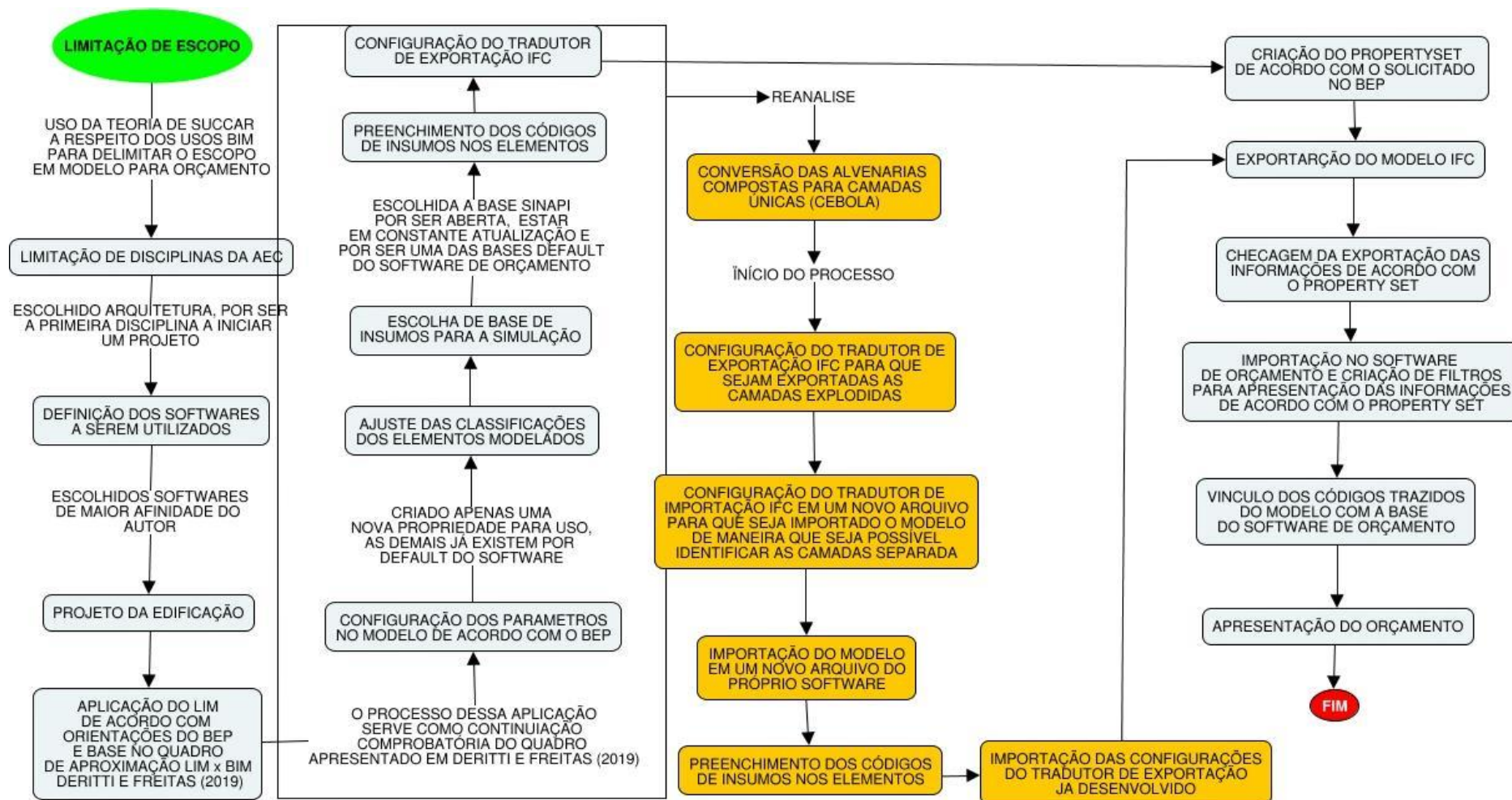
5.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS APÓS SIMULAÇÃO

Durante o processo da simulação apresentado, foram percebidos alguns pontos do fluxo que precisaram ser desmembrados para um resultado melhor.

Devido ao software BIM utilizado, induzir o projetista a usar o método de modelagem de alvenaria composta, não seria possível atender o objetivo de um modelo ideal para o uso de orçamento, pois a base utilizada (SINAPI) não contempla em seus códigos composições de alvenaria que envolvam todas as camadas.

Foi percebida a necessidade de separar cada camada em um elemento único, visto que por limitação do software não é possível incluir na composição informações para cada camada. A FIGURA 36 demonstra a adaptação que a modelagem teve que sofrer para atender o uso BIM de orçamento por meio da SINAPI.

FIGURA 36 - ADAPTAÇÃO DO FLUXO DO PROCESSO DE MODELAGEM DO PROJETO – SIMULAÇÃO



Fonte: Autores (2021)

Em um fluxo similar, Andrade, Biotto e Serra (2021) definiram para o fluxo de modelagem BIM 5D a utilização de um nível de desenvolvimento baixo para as alvenarias, devido à incompatibilidade das paredes empilhadas (estrutura de um elemento subdividido em mais de um, similar a composição) com a aplicação da SINAPI.

Diante disso, percebeu-se também no fluxo de modelagem de parede composta que as classificações das camadas das paredes não teriam as definições corretas de acordo com a estrutura IFC e IFD. De acordo com a BuildingSMART (2011) a classificação para camadas de acabamento ou externas é a ifcCovering.

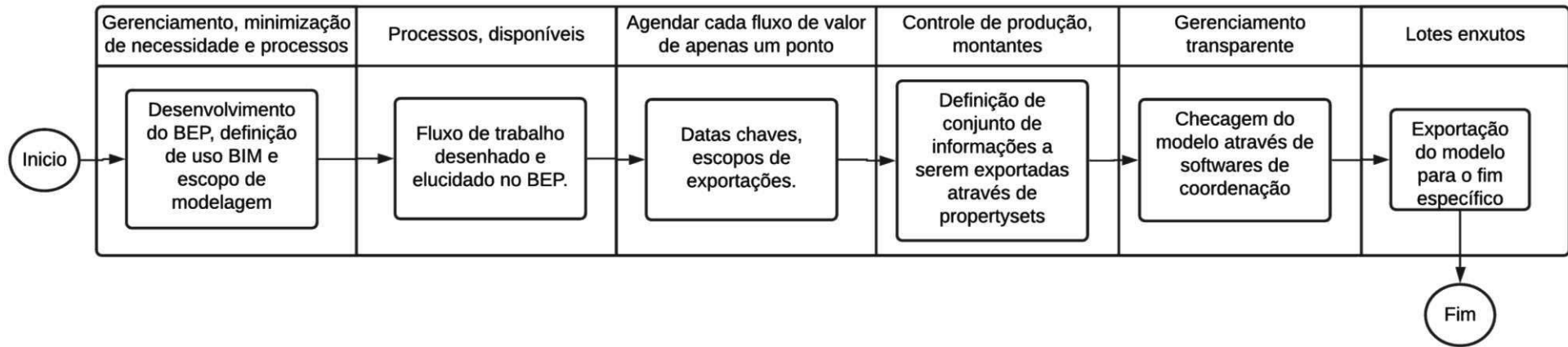
Ao perceber isso durante a simulação, foi possível identificar que para o atendimento de um orçamento através da base SINAPI, modelar alvenarias compostas não seria o método ideal. Portanto, como mostrado na 0, a estratégia adotada seria a de modelar as camadas separadas, convencionalmente chamada de “modelagem cebola” no mercado de trabalho.

Porém, entendendo que o empreendimento já estava modelado e como seria o retrabalho de modelar novamente através do método cebola, optou-se por exportar o modelo de forma explodida, isso faz com que todas as camadas da alvenaria sejam explodidas separadas.

Porém, ainda assim era necessário inserir os parâmetros em cada camada individual. Portanto, o modelo foi importado novamente no Archicad de tal maneira que as camadas foram reconhecidas separadas e os dados foram inseridos em cada uma, e, por fim, o modelo foi exportado novamente para ser aberto no software de orçamento.

Ao resgatar a aproximação encontrada por Deritti e Freitas (2020), tem-se que os princípios LIM estão intrínsecos na metodologia BIM. Tendo isso como base, a FIGURA 37 demonstra em fluxograma a parte prática a partir da simulação dos processos de um projeto em BIM nos seis princípios do LIM.

FIGURA 37 - ATIVIDADES DOS PROCESSOS DO BIM EM PRINCIPIOS DO LIM



FONTE: Autor (2021)

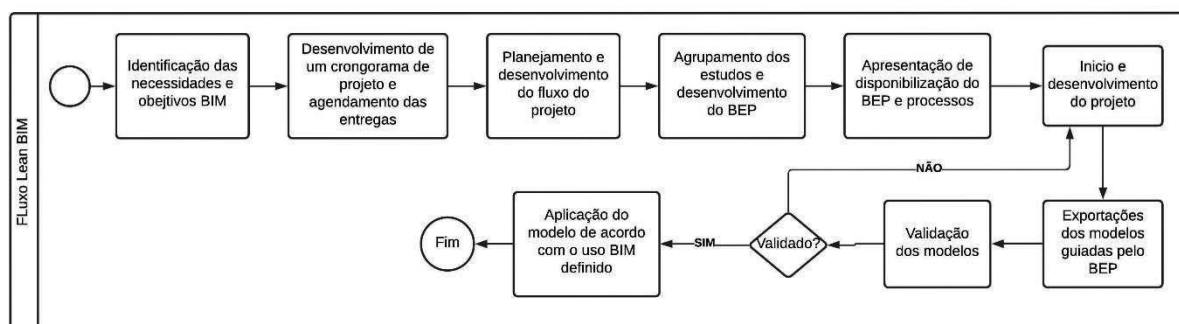
Para o primeiro processo, enquadra-se o desenvolvimento do BEP, que será o documento que contemplará todas as informações necessárias e diretrizes para o desenvolvimento dos projetos de um empreendimento. Na sequência os fluxos devem ser desenhados ou elucidados para os participantes, para que esses sejam disponíveis e acessíveis para consulta e, também, para que seja de conhecimento de todos os envolvidos as responsabilidades de cada parte.

No terceiro, é importante que as datas de entregas e os escopos entregues em cada data, sejam documentados para mitigar a falta de informações a serem entregues. Na sequência, para o quarto princípio, enquadra-se o desenvolvimento dos *propertysets*, que terão como objetivo filtrar as informações dos modelos para que as entregas sejam feitas de acordo com a necessidade do usuário.

Para o quinto princípio, entra o uso de softwares de checagem que terão como objetivo validar as informações dos modelos, e isso é permitido a partir da transparência do fluxo informacional modelado. E por fim, a exportação de um modelo atingirá a entrega de lotes enxutos de informações, onde foi garantido durante todo o processo que apenas informações necessárias serão entregues.

Ao constatar a simulação e a coligação dos princípios do LIM com processos de um projeto enquadrados e, por meio, as correlações dos trabalhos apresentados no mapa de análise bibliométrica, é sistematizado na FIGURA 38 um fluxo LIM BIM.

FIGURA 38 - FLUXO LIM BIM



FONTE: Autores (2021)

Ainda no fluxo acima, destaca-se que os princípios originais do *Lean* (valor, fluxo de valor, fluxo contínuo, produção puxada e perfeição) são identificados a partir da constatação de que a informação é o principal valor de um projeto desenvolvido com base na metodologia BIM.

O processo é desenvolvido por meio da produção puxada dos projetos onde o produto é desenvolvido de acordo com o uso BIM escolhido. O fluxo das informações

é desenhado de forma que seja possível ter continuidade no projeto, sem pausas ou desperdícios provenientes de informações faltantes ou diretrizes falhas para o processo. Além disso, vale o entendimento de que a perfeição é vista como gestão de melhoria contínua que tem como objetivo o amadurecimento do fluxo a cada empreendimento novo.

6 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A pesquisa evidencia que a gestão de projetos BIM requer o entendimento sobre a importância da informação com qualidade com ampliação de procedimentos padronizados.

Neste último capítulo, resgata-se os objetivos e pressupostos detalhando as conclusões obtidas ao longo da pesquisa.

6.1 CONCLUSÕES DESTE PROJETO DE PESQUISA

Inicia-se este item pelos objetivos específicos, seguidos da resposta ao problema com o alcance do objetivo geral proposto. Finalizando com o debate dos pressupostos teóricos apresentados no primeiro capítulo.

Os capítulos 2 e 3 trazem “pesquisar a sinergia entre os conceitos LIM e BIM”. Discussão que foi acrescida na primeira parte do capítulo 5 com os dados bibliométricos resultantes da pesquisa integrativa.

A seção 5.2 trata de “demostrar os processos e os impactos da informação na modelagem convencional em BIM”, para tanto, o autor propôs uma simulação de um objeto conhecido “Mesa” no modelo tradicional, elencando os problemas informacionais por carência ou excesso de dados no projeto de produto em BIM.

A primeira simulação evidência o quão importante é a padronização das informações a serem exportadas para o modelo BIM, em especial, como uso principal do orçamento. A simulação apresentada atingiu o terceiro objetivo específico, que é a aplicação do LIM no fluxo de modelagem, essa aplicação se deu a partir de padrões tirados do BEP. Uma falta dessa organização possibilita a geração de um orçamento com erros e, por consequência, ocasionaria prejuízos para o empreendimento, fato esse discutido e citado como seria sem a aplicação dos elementos do BEP por meio do LIM, o que conclui o último objetivo específico da pesquisa.

Na sequência, faz-se uma simulação de um edifício, esta modelagem possibilitou “analisar os dados comparativamente de uma modelagem BIM com os princípios *lean* com a de uma modelagem convencional”.

Todas as simulações foram realizadas na busca de responder à pergunta da dissertação: “A aplicação da gestão da informação Lean promove a melhoria da

qualidade de produtos com projetos BIM?” Para responder à pergunta inicialmente buscou-se na teoria a sinergia dos conceitos que compõe o LIM e BIM, que foi tratado na análise de conteúdo da pesquisa bibliográfica e integrativa, em seguida, sistematizadas em um quadro a aproximação dos conceitos.

O alcance do objetivo geral foi obtido pelas simulações que culminaram no desenvolvimento de um fluxo de modelagem de informação aplicada ao *building information modelling* mediado pelos princípios do *lean information management* (ver 0). Toda a discussão é também comprovada com a vivência do pesquisador no dia a dia da posição de gerente de modelos em BIM.

A comprovação dos pressupostos estabelecidos na pesquisa ocorreu por meio de pesquisa, análises e simulações e podem ser encontradas no decorrer do texto de acordo com o índice abaixo:

- No capítulo 5 (p. **Erro! Indicador não definido.**) tem-se o conceito do *Lean Information Management* tem uma sinergia com o fluxo de modelagem de informação o BIM.
- Nas simulações relatadas tem-se que uma gestão eficaz da informação traz benefícios produtivos ao ciclo de desenvolvimento de um projeto elaborado em BIM.
- No capítulo 5 (p. 77) entende-se que o BIM tem em seu processo a informação como principal recurso de valor.
- A aplicação dos princípios do LIM ao BIM é benéfica ao reduzir desperdícios no fluxo de modelagem informacional tornando assertivo o que deve ou não ser entregue ao cliente (p. 91).

Finalmente, o LIM está intrínseco da metodologia BIM e a aplicação de seus princípios, otimizam o fluxo de trabalho de um projeto. Além disso, fica evidente que aplicar os princípios do LIM na gestão da informação modelada traz como resultado um produto dentro das expectativas e objetivos, com o nível de dados dentro do necessário, sem excesso ou falta.

6.2 CONCLUSÃO DA PESQUISA

A revisão bibliométrica permitiu identificar que as malhas possuem um elo forte com a central (amarela) que traz toda a base empírica dos conceitos interligados, ampliando a discussão para o gerenciamento dos projetos e levando para o gerenciamento em campo por meio do *lean construction*.

Sustentando a malha central, a malha roxa traz um processo de pesquisa e operação, envolvendo discussões sobre o gerenciamento das informações, o controle de dados e a interação entre as áreas da indústria AECO. Já a malha verde em conjunto com a roxa, traz conceitos de operações, técnicas para transformar a informação em um modelo de construção, mediados pelo gerenciamento das informações e com objetivos específicos para o projeto.

A malha azul traz de forma teórica parte das técnicas de pesquisa que incentivam a operação das malhas roxa e verde, a fim de sustentar em teoria as práticas utilizadas e trabalhar com o custo do projeto de acordo com as informações que estão sendo geridas.

Já a malha vermelha sustenta as outras com pontos de necessidade de estudos mais aprofundados, como a melhoria da visualização dos modelos entregues e das informações neles embutidas.

O quadro possibilitou observar que nos conceitos da metodologia BIM existem menções ao Lean. Essa reflexão constata a importância do LIM em meio aos conceitos BIM e que se aplicado aumenta a eficiência da modelagem de um projeto.

A partir do quadro, observou-se que a aplicação do LIM traz benefícios a um fluxo de modelagem. Fato elucidado na primeira simulação com o exemplo da modelagem sem classificação correta e o quanto isso impacta em um fluxo de coordenação atingindo no segundo objetivo específico.

Acrescentou-se o quanto a Gestão da Informação Lean é de fato útil nos processos, visto que o conceito traz como prerrogativa o princípio relacionado a qualidade da informação que agrega valor nos processos de conversão do BIM. Os elementos seguintes são percebidos quando se tem um projeto com cadeia de valor conhecida e o fluxo de valor estabelecida – toda informação distribuída é orientada a

reduzir desperdícios no processo de projeto e a análise de resultados permitirá o reuso e melhoria contínua de seus fluxos informacionais.

Para cada uso BIM, a informação terá um tratamento diferente, sendo ele mais complexo ou mais simplificado, porém os projetistas e o gerente de projetos, devem garantir a qualidade da informação para que não haja interpretações erradas e impossibilidade de atingir a meta de uso BIM para um projeto.

Como não há um padrão definido do fluxo de informação surgiu a proposta para a segunda simulação e modelagem do edifício, ou seja, é possível encontrar em outras pesquisas fluxos diferentes que possivelmente apresente o mesmo resultado.

Isso acontece, pois é notória a falta de documentos nacionais que possibilitam uma padronização eficaz do fluxo BIM no Brasil, deixando de maneira aberta a padronização por qualquer envolvido em qualquer projeto.

Ademais, durante a pesquisa, observou-se que o Brasil ainda carece de uma norma BIM mais eficaz, que, além de padronização de nomenclaturas, traga um padrão de fluxo para diferentes usos BIM, e que possa convergir para uma mentalidade enxuta, otimizando o trabalho do gerente de projetos e até mesmo dos projetistas.

A simulação apresentada permite observar que de fato é importante ter diretrizes para a organização das informações a serem modeladas e o objetivo de uso delas determinado.

Para fins de orçamento, o modelo deve conter informações precisas e que, de preferência, venham nativas do software sem a necessidade de manipulação de valores para que o orçamento seja simulado próximo a realidade.

Ainda analisando a estratégia, percebe-se que os conceitos do *Lean Information* estão aplicados, pois visam justamente na otimização e entrega eficiente das informações para seus usos específicos. Além também de possibilitar o uso dos dados de maneira produtiva e eficiente e garantir a interoperabilidade nas esferas citadas no início do trabalho.

Interoperabilidade organizacional acontece entre as empresas, visto que há um alinhamento entre as partes para que um documento seja desenvolvido de acordo com as expectativas do cliente; a interoperabilidade semântica se encontra no BEP desenvolvido, onde se é explicado todo o fluxo de trabalho e os caminhos para que

sejam atingidos os objetivos BIM do projeto; e a interoperabilidade técnica é atingida e provada no ato da importação do modelo após o tratamento das informações específicas para o uso de orçamento.

Porém, ao analisar o BEP utilizado como exemplo, não é mencionado qual o método de modelagem de alvenarias a ser utilizado, deixando livre para o projetista, porém isso pode ocasionar uma exportação sem informações suficientes para o uso de orçamento.

Percebe-se que para fins de orçamento em que a base de insumos a ser utilizada é a SINAPI, o processo de modelagem não pode considerar elementos complexos como paredes compostas, pois, na base, as camadas são consideradas separadas para a orçamentação e execução. Portanto, fica claro que ao depender da forma de orçamento que for empregada no projeto, o método de modelagem deve ser pensado e documentado no BEP.

Ainda com o fluxo simulado, sobram algumas questões como a padronização dos Property sets por parte de cadernos técnicos e/ou regulamentos. Como trazido para o trabalho, tem-se o decreto nacional que implanta uma estratégia de adoção BIM, o que levanta a necessidade de padrões, como o fluxo das informações, normas BIM, padrões de modelagem que padronizem o fluxo informacional BIM.

É necessário o aprofundamento dessas padronizações através de estudos e manipulações de dados IFC para que a interoperabilidade seja eficaz em qualquer uso BIM para um modelo.

6.3 RECOMENDAÇÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

Esta pesquisa deixa evidente a necessidade e importância do uso do Lean em fluxos BIM e evidencia a importância da padronização das informações, mas deixa em aberto para futuras pesquisas a padronização de fluxos para outros usos diferentes de orçamento.

Para que o fluxo *lean* em modelos BIM seja frequente, são recomendados os tópicos a seguir como possibilidades de aprofundamento sobre o assunto:

- Desenvolvimento de novas classificações IFC;
- Pesquisa sobre fluxo ideal para outros usos BIM;

- Interoperabilidade organizacional entre cliente e operador embasada em padrões tirados do lean;
- Uso de ferramentas lean como o PDCA em fluxos específicos de modelagem.

Esses são possíveis temas que complementam a pesquisa até aqui apresentada e que podem possibilitar a propagação da aplicação do *lean information* no âmbito de projetos da construção civil de forma que aumente a qualidade dos projetos e, consequentemente, aumente o valor do produto a ser entregue.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, F. M. R.; BIOTTO, C. N.; SERRA, S. M. B. **Modelagem BIM para orçamentação com uso do SINAPI**. Gestão & Tecnologia de Projetos, [S. l.], v. 16, n. 2, p. 93-111, 2021. DOI: 10.11606/gtp.v16i2.170318. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/170318>. Acesso em: 19 jun. 2021
- ARNAL, I. P. **Why don't we start at the beginning? The Basics of a Project: Lean Planning and Pre-Construction**, BIM News Last trends of the AECO sector, BIM Community, 2018. Disponível em: < <https://www.bimcommunity.com/news/load/490/why-don-t-we-start-at-the-beginning> >
- ALRESHID, E.; MOURSHED, M.; REZGUI, Y. **Factors for effective BIM governance**. Journal of Building Engineering. v. 10. March 2017. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710216300948> >
- AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS (AIA). AIA G202: **Project Building Information Modeling Protocol Form**. Nova York, 2013.
- AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS (AIA), AIA G203: **Building Information**. Nova York, 2013.
- AZHAR, S. **Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry**. Leadership and Management in Engineering, pg. 241-252, 2011 Disponível em: <<https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/%28ASCE%29LM.1943-5630.0000127>>
- AZHAR, S., BEHRINGER, A., SATTINENI, A. E MQSOOD, T. **BIM for facilitating construction safety planning and management at jobsites**, Singapore CIB W099. International Conference on "Modelling and Building Health and Safety, 82-92. 2012
- BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011
- BARRETO, A. D. A. **A questão da informação**. São Paulo em Perspectiva, 8. 1994
- BARRETO, A. D. A. **A condição da informação**. São Paulo em Perspectiva, 16:67 – 74. 2002
- BEETZ, J.; BERLO, L.; LAAT, R.; HELM, P. **BIMSERVER.ORG – an open source ifc model server**. Proceedings of the CIP W78 conference. 2010. p. 8. Disponível em: < https://www.academia.edu/download/5351671/beetz_berlo-cib-w78_cairo.pdf >
- BEVILACQUA, M.; CIARAPICA, F. M.; PACIORATTI, C. **Implementing lean information management: the case study of an automotive company**. Production Planning & Control. V26. 2015.
- BIM EXCELLENCE. **BIM Dictionary**. Disponível em: <https://bimdictionary.com/>. 2020

BIM Industry working Group, **A report for the Government Construction Client Group Building Information Modelling (BIM) Working Party Strategy Paper**. 2011 Disponível em: <<http://www.bimtaskgroup.org/wp-content/uploads/2012/03/BIS-BIM-strategy-Report.pdf>>

BOTELHO, L. L. R.; CUNHA, C. C. de A.; MACEDO, M. **O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais**. Gestão e Sociedade, v. 5, n. 11, p. 121–136, 2011.

BUILDINGSMART. 2011, a. —Model - Industry Foundation Classes (IFC)II. buildingSMART International Home of Open BIM. <http://buildingSMART.com/standards/ifc>

BUILDINGSMART. 2011, b. —Process - Information Delivery Manual (IDM)II. buildingSMART International Home of Open BIM. <http://buildingSMART.com/standards/idm>

BUILDINGSMART. 2011, c. —IFD Library for buildingSMART – Home Pagell. buildingSMART International Home of Open BIM. http://www.ifdlibrary.org/index.php?title=Main_Page.

BUILDINGSMART. 2011, d. —Model View Definition SummaryII. buildingSMART International Home of Open BIM. http://www.iaitech.org/products/ifc_specification/ifc-view-definition.

BUILDINGSMART, **Industry Foundation Classes: IFC4 Official Release**. 2013. Disponível em: <<https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4/FINAL/HTML/>>

BRASIL. **Decreto nº 10.306, de 02 de abril de 2020**. Brasília, 2 de abril de 2020; 199º da Independência e 132º da República.

BRUYNE, P.; HERMAN, J.; SCHOUTHEETE, M. **Dinâmica da pesquisa em ciências sociais**. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1977.

CALAZANS, A. T. S. **Qualidade da informação**. Transinformação, 20:29 – 45. 2008

CLEMENTE, J. M. D. **Sinergias bim-lean na redução dos tempos de interrupção de exploração em obras de manutenção de infraestruturas de elevada utilização –um caso de estudo**. Dissertação de mestrado. Faculdade de Ciências e Tecnologias, Universidade Nova de Lisboa. 2012 Disponível em: <<https://run.unl.pt/handle/10362/7980>>

CRESPO, C. C.; RUSCHEL, R. C. **Ferramentas BIM: um desafio para a melhoria no ciclo de vida do projeto**. III Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção Civil. Porto Alegre, 2007. Disponível em: <<http://noriegec.cpgec.ufrgs.br/tic2007/artigos/A1085.pdf>>

DAMMANN, O. **Data, information, evidence, and knowledge**: a proposal for health informatics and data science. Online Journal of Public Health Informatics, v. 10, n. 3, 2019. DOI: 10.5210/ojphi.v10i3.9631 Disponível em: <<https://journals.uic.edu/ojs/index.php/ojphi/article/view/9631>>

DAMMANN, O.; SMART, B. **Making population health knowledge**. In: Causation in population health informatics and data science. [London]: Springer Nature, 2019, p. 63-77. DOI: 10.1007/978-3-319-96307-5_5 Disponível em: <https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-96307-5_5>.

DAWOOD, N; VUKOVIC, V. Whole **Lifecycle Information Flow Underpinned by BIM: Technology, Process, Policy and People**. Paper presented at 2nd International Conference on Civil and Building Engineering Informatics, Tokyo Japan, 2015. Disponível em: <<https://research.tees.ac.uk/en/publications/whole-lifecycle-information-flow-underpinned-by-bim-technology-pr-3>>

DERITTI, M. D.; FREITAS, M. C. D. **Aproximações conceituais BIM x LIM**. XI Sibragec VIII Elagec. 2019. Disponível em: <<https://www.antaceventos.net.br/index.php/sibragec/sibragec2019/paper/view/376/267>>

DRUCKER, P. **Administração em tempos de grandes mudanças**. São Paulo: Pioneiras, 1997.

EADIE, R.; ODEYINKA, H.; BROWNE, M.; MCKEOWN, C.; YOHAIN, M. **Building Information Modelling Adoption: An Analysis of the Barriers to Implementation**. Journal of Engineering and Architecture, v 2, n 1, pg 77-101. 2014. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/265555488_Building_Information_Modelling_Adoption_An_Analysis_of_the_Barriers_to_Implementation>

EASTMAN, C. M., TEICHOLZ, P. M., SAKS, R. E LISTON, K. **BIM Handbook**, volume I. New Jersey: John Wiley & Sons. 2008

EL HOUARI, M.; RHANOU, M.; EL ASRI, B. **From big data to big knowledge: the art of making big data alive**. In: INTERNATIONAL CONFERENCE AND CLOUD TECHNOLOGIES AND APPLICATIONS (CLOUDTECH), 2015, Marrakech. Proceedings. Marrakech: IEEE, 2015. DOI: 10.1109/CloudTech.2015.7337001 Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/7337001>>

FERNANDES, Í. P. **Teoria e prática – comparativo entre a tecnologia BIM e CAD no projeto arquitetônico de instituição educacional**. Revista on-line IPOG, v. 01, p. 1–17, 2015. ISSN 2179-5568. Disponível em: <<https://www.ipog.edu.br/download-arquivo-site.sp?arquivo=italopereira-fernandes-4717411.pdf>>.

FREITAS, R. D. C. **A gestão da informação em processos empresariais nos contextos de aplicação do lean office**. Dissertação (Mestrado em Gestão da informação) – Setor de Ciências Sociais e Aplicadas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba (PR), 2018, Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/54885/R%20-%20D%20-%20RO>>

DRIGO%20DE%20CASTRO%20FREITAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

FREITAS, R. D. C.; FREITAS, M. C. D. **Information management in lean office deployment contexts**. International Journal of lean Six Sigma. 2020. Disponível em: <<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJLSS-10-2019-0105/full/html>>

FRICKÉ, M. **The knowledge pyramid: a critique of the DIKW hierarchy**. Journal of Information Science, v. 35, n. 2, p. 131-142, 2009. DOI: 10.1177/0165551508094050 Disponível em: <<https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0165551508094050>>.

GAMIL, M. **Mapping between bim and lean-construction**. Dissertação de mestrado apresentada na University of Applied Sciences. 2017

GIANDON, A. C.; MENDES JUNIOR, R.; SCHEER, S. **Gerenciamento eletrônico de documentos no processo de projetos de edifícios**. Workshop Nacional: gestão do processo de projeto na construção de edifícios. 2001

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. São Paulo: Editora Atlas S.A, 2008

GRANT, R **CSI (Construction Specifications Institute) and IFD (International Framework for Dictionaries) Library Group**. 2008. —IFD White PaperII. IFD Library for buildingSMART.
http://www.ifdlibrary.org/images/IFD_Library_White_Paper_2008-04-10_I_.pdf

GREEF, A. C.; FREITAS, M. DO C. D. **Fluxo enxuto de informação: um novo conceito**. Perspectivas Em Ciência Da Informação, 17(1), 37–55. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1413-99362012000100003> 2012

HADZAMAN, N. A. H; TAKIM, R.; NAWAWI, A. H.; MOHAMMAD, M. F. **An exploratory study: Building information modelling execution plan (BEP) procedure in mega construction projects**. Malaysian Construction Research Journal. V. 18. 2016. Disponível em: <
<https://www.witpress.com/Secure/elibrary/papers/BIM15/BIM15011FU1.pdf>>

HATTAB, M. A.; HAMZEH, F. **Using social network theory and simulation to compare traditional versus bim-lean practice for design error management**. 2015

HAMMER, D. K. **Lean Information Management: The integrating Power of Information**. IFIP WG5, 7 Conf. On Integration in production Management Systems, Eindhoven, The Netherlands. 1992.

HAMMER, D. K. **Lean Information Management**. Journal of Computing and Information Technology – CIT 5. 1997.

HICKS, B. **Lean information management: Understanding and eliminating waste**. International Journal of Information Management, 27(4):233 – 249. 2007

HÖLTTÄ, V.; MAHLAMÄKI, K.; EISTO, T.; STRÖM, M. **Lean information management model for engineering changes**. World Academy of Science, Engineering and Technology, v. 42, p. 1459–1466, 2010. Disponível em: <<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84871338721&partnerID=40&md5=b52fc253bdcfa81d2e525dab709cdc5a>>

HULS, K. **The Antioch Company brings lean into the office**. Journal of Organizational Excellence, v. 24, n. 4, p. 31-38, 2005.

IBBITSON, A.; SMITH, R. **The Lean Information Management Toolkit**. London: Ark Group. 2011

ISO 19650-1 **Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling — Part 1: Concepts and principles**. 2018

ISO 19650 **Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling — Part 2: Delivery phase of the assets**. 2018

JANG, S. J. **Application of lean theory to bim-based coordination - a case study on process re-engineering of mep coordination** -. 2018

JENNEX, M. E.; BARTCZAK, S. E. **A revised knowledge pyramid**. International Journal of Knowledge Management, v. 9, n. 3, p. 19-30, 2013. DOI: 10.4018/ijkm.2013070102 Disponível em: <<https://dl.acm.org/doi/10.4018/ijkm.2013070102>>

KIVINIEMI, A.; KARISHOJ, J.; TARANDI, V.; BELL, H.; KARUD, O. J. **Review of the Development and Implementation of IFC compatible BIM**. Ezabuild 2008. Disponível em: <<https://backend.orbit.dtu.dk/ws/portalfiles/portal/131997343/Untitled.pdf>>

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. CIFE Technical Report, nº 72. 1992. Disponível em: <<http://www.leanconstruction.org/media/docs/Koskela-TR72.pdf>>

KU, K.; TAIEBAT, M. **'BIM Experiences and Expectations: The Constructor's Perspective'**, International Journal of Construction Education and Research, 7 (3), 175-197, 2011.

LI, Y.; HU, S.; HOARE, C.; O'DONNELL, J.; CASTRO, R. G.; SÁNCHEZ, S. V.; JIANG, X. **An information sharing strategy based on linked data for net zero energy buildings and clusters**, Automation in Construction, Volume 124, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103592>. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580521000431>> Acessado em 10 Mar. 2021

LIEW, A. **DIKIW**: data, information, knowledge, intelligence, wisdom and their interrelationships. *Business Management Dynamics*, v. 2, n. 10, p. 49-62, 2013. DOI: 10.0.0.234:3128 Disponível em: <http://www.bmdynamics.com/issue_pdf/bmd110349-%2049-62.pdf>

LIN, Y. C.; CHEN, Y. HUANG, W. T.; HONG, C. C. **Development of BIM Execution Plan For Model Management during the Pre-Operation Phase: A Case Study**. *Buildings*. V. 6. 2016. Disponível em: < <https://www.mdpi.com/2075-5309/6/1/8/htm>>

LIU, Z., OSMANI, M., DEMIAN, P. E BALDWIN, A. **A bim-aided construction waste minimisation framework**. *Automation in Construction*, 59:1 –23. 2015

LOWE, R. H. E MUNCEY, J. M. **Consensusdocs 301 bim addendum**. 2009

MAIA, B. L. **Análise do fluxo de informações no processo de manutenção predial apoiada em bim**: estudo de caso em coberturas. 2016

MANDUJANO, M. G., ALARCÓN, L. F., KUNZ, J., MOURGUES, C. **Identifying waste in virtual design and construction practice from a Lean Thinking perspective: A meta-analysis of the literature**. *Revista de la Construcción*, Santiago, v. 15, n. 3, p. 107-118, dic. 2016. Disponível em: <https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-915X2016000300011&lng=es&nrm=iso>

MELLADO, F., & LOU, E. C. W. **Building Information Modelling, Lean and Sustainability**: An integration framework to promote performance improvements in the construction industry. *Sustainable Cities and Society*, 102355. doi:10.1016/j.scs.2020.102355 2020

MELLO, A. P. P; MESQUITA, H.; VIEIRA, C. E. **Introdução à interoperabilidade**. Escola Nacional de Administração pública (ENAP). Brasília 2015

MATARNEH, S. T.; DANSO-AMOAKO, M.; AL-BIZRI, S.; GATERELL, M.; MATARNEH, R. **Building information modeling for facilities management: A literature review and future research directions**. *Journal of Building Engineering*. v. 24. July 2019. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710218312816>>

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados**. 6ª edição, São Paulo: Atlas, 2007.

MCARTHUR, J. J.; SUN, X. **Best practices for BIM Execution Plan development for a Public–Private Partnership Design-Build-Finance-Operate-Maintain Project**. *Building Information Modelling (BIM) in Design, Construction and Operations*. Pg. 119. 2015. Disponível em: < <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=uBJmCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA119&dq=bim+execution+plan+BEP&ots>>

=4qY41KqHrl&sig=CRHCa4dQT6w8OVNzzuuGHb0GiYk#v=onepage&q=bim%20execution%20plan%20BEP&f=false>

MCKELLEN, Chris. **The lean office. Metalworking Production**, v. 149, n. 9, p.12-12, 2005

MOLLASALEHI, S., ABOUMOEMEN, A., RATHNAYAKE, A., FLEMING, A. E UNDERWOOD, J. **Development of an integrated bim and lean maturity model**. 26th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. 2018

MORGAN JM, L. J. **The toyota product development system. integrating people, process, and technology**. 2006

NASCIMENTO, E. L.; BIZ, A. A.; FREITAS, M. C. D.; SCHEER, S. **Modelagem de informações no desenvolvimento enxuto de projetos**. 2º simpósio brasileiro de qualidade do projeto no ambiente construído. 2011. Disponível em: <https://www.academia.edu/download/42944162/Modelagem_de_Informaes_no_Deseenvolviment20160222-14729-1xxn3nw.pdf>

NASCIMENTO, D. L. M., SOTELINO, E. D., CAIADO, R. G. G., IVSON, P., FARIA, P. S. **Sinergia do Lean Thinking e Funcionalidades de BIM na interdisciplinaridade de gestão de plantas industriais**. Journal Of Lean Systems, 2017, Vol. 2, Nº 4, Pp. 83-109. 2017.

NATIONAL BUILDING SPECIFICATION. **TECHreport: Information Classification Systems and the Australian Construction Industry**. Sydney, 2008. Disponível em: <http://bim.natspec.org/images/NATSPEC_Documents/TECHreport_Information_Classification_Systems.pdf>

NEVES DA SILVA, E. **Sinergia BIM - Lean Construction: Mudanças e Desafios para a Gestão de Empreendimentos**. Gestão e Gerenciamento, [S.l.], v. 1, n. 5, fev. 2019. ISSN 2447-1291. Disponível em: <<https://nppg.org.br/revistas/gestaoegerenciamento/article/view/208>>.

NICOLAOU, A. I., IBRAHIM, M. E HECK, E. V. **Information quality, trust, and risk perceptions in electronic data exchanges**. Decision Support Systems, 54(2):986 – 996. 2013

NITSCHKE, C. **Die Umsetzung von BIM im Ingenieurbau anhand von Brückenmodellen**. Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt Lehrstuhl Für Computergestützte Modellierung Und Simulation, September 2015.

NUNES, G. H. E LEÃO, M. **Estudo comparativo de ferramentas de projetos entre o CAD tradicional e a modelagem BIM** Comparative study of design tools - the traditional CAD and BIM modeling. Revista de Engenharia Civil, (55):47–61. 2018

OLIVEIRA, B. F. **Fluxos informacionais e necessidades de informação no processo de tomada de decisão na gestão de obras públicas: um estudo de caso na secretaria de estado de obras públicas do Paraná**. Dissertação de mestrado apresentada na Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2009. Disponível em: <

<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/20217/d0117.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>

ONEDA, G. F. L. **O que é o lod de um modelo bim?** 2017

PARSANEZHAD, P.; DIMYADI, J. **Effective facility management and operations via a bim-based integrated information system**. CIB Facilities Management Conference 21-23 março 2014. Disponível em: <
<https://www.survey.unitec.ac.nz/handle/10652/3034>>

PAULUCI, R. **Inteligência competitiva aplicada ao Senai no atendimento a cadeias produtivas**: Estudo de caso da construção civil. Dissertação (DEA en Veille et Intelligence Competitive). Toulon: Université du Sud de Toulon Var, 2002.

PIROOZFAR, P.; FARR, E. R. P.; ZADEH, A. H. M.; INACIO, S. T.; KILGALLON, S.; JIN, R. **Facilitating Building Information Modelling (BIM) using Integrated Project Delivery (IPD): A UK perspective**. Journal of building Engineering. v.26. November 2019. Disponível em: <
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710218310222#!>>

PONJUAN, G. D. **Gestión de Información en las Organizaciones**, volume 1. CECAPI, 1 edition. 1988

PONJUAN, G. D. **Impacto de la gestión de información en las organizaciones**. Ciencias de la Información, 31:23–28. 2000

PONJUAN, G. D. **Gestión de información**, volume 1. Nuevo Paradigma. 2004

PRIDVIZHZHIN, S., BAZHENOV, O. E SHEVELEV, A. **Bim-lean-synergy. tools of technological maintenance of protective construction**. 2017

REZENDE, D.A.; ABREU, A.F. **Tecnologia da informação aplicada a sistemas de informação empresariais**: o papel estratégico da informação e dos sistemas de informação nas empresas. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

RIBEIRO A. C. M. L.; SANTOS C. D. DOS. **Isso não é uma pirâmide**: revisando o modelo clássico de dado, informação, conhecimento e sabedoria. Ciência Da Informação, 49(2). 2020 Disponível em: <<http://revista.ibict.br/ciinf/article/view/5066>>

RODRIGUES, C.; BLATTMANN, U. **Gestão da informação e a importância do uso de fontes de informação para geração de conhecimento**. Perspect. ciênc. inf., Belo Horizonte, v. 19, n. 3, p. 4-29, set. 2014. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-99362014000300002&lng=pt&nrm=iso>. <https://doi.org/10.1590/1981-5344/1515>.

SACKS, R., TRECKMANN, M., ROZENFELD, O. **Visualization of work flow to support lean construction**, ASCE Journal of construction engineering and management, 135(12), 1307- 1315. 2009a

SACKS, R., DAVE B. A., KOSKELA, L., OWEN, R. **Analysis framework for the interaction between lean construction and building information modeling**, Proceedings for the 17th annual conference of the international group for lean construction, Taipei, Taiwan, 221-234. 2009b

SACKS, R., KOSKELA, L., DAVE B. A., OWEN, R. **Interaction of lean and building information modeling in construction**, Journal of construction engineering and management, 136(9), 968-980. 2010

SALUJA, C. **A process mapping procedure for planning building information modeling (BIM) execution on a building construction project**. Dissertação de mestrado apresentada na Universidade estadual da Pensilvania. 2009

SCHEER, S.; MENDES JUNIOR, R.; FREITAS, M. C. D.; HOFACKER, A.; OLIVEIRA, B. F.; CARVALHO, B. S.; LAHOZ, J. A. **Técnicas de Produção e Materiais para Fluxo de Informação em Canteiros de Obras**. Universidade Federal do Paraná, Setor de tecnologia. 2010

SHENG, D., DING, L., ZHONG, B., LOVE, P. E. D., LUO, H., & CHEN, J. **Construction quality information management with blockchains**. Automation in Construction, 120, 103373. doi:10.1016/j.autcon.2020.103373 2020

SILVA, P. H. **Diretrizes de modelagem da informação da construção (BIM) em projeto e planejamento de edifícios multipavimentos**. 2018

SINAPI – **Índices da Construção Civil**. Disponível em: <https://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-a-partir-jul-2009-pr/SINAPI_ref_Insumos_Composicoes_PR_012021_NaoDesonerado.zip>. Acesso em 02 Fev. 2021

STEEL, J.; DROGEMULLER, R. **Model interoperability in building information modelling**. Knowledge Industry Survival Strategy (KISS) Workshop, at ASWEC Gold Coast, 2009

STERMAN, J. D. **System dynamics modeling: tools for learning in a complex world**. California Management Review, v.43, n.4, 2001

STRASSMANN, P. A. **The Business Values of Computers**. The information Economics Press. 1990

STRONG, D. M., LEE, Y. W. E WANG, R. Y. **10 potholes in the road to information quality**. Computer, 30(8):38–46. 1997

SUCCAR, B. **Building information modelling framework: a research and delivery foundation for industry stakeholders**, Automation in Construction, 18 (3), 357–375 2009

SUCCAR, B. E KASSEM, M. **Building information modelling: Point of adoption**. CIB World Congress, página 11. 2016

SUCCAR, B; SALEEB, N; SHER, W. **Model uses: foundations for a modular requirements clarification language**. Australasian Universities Building Education (AUBEA2016), Australia. 2016

TAPPING, D.; SHUKER, T. **Lean Office: Gerenciamento do Fluxo de Valor para Áreas Administrativas**. São Paulo: Leopardo Editora, 2010. 186 p. Tradução de: Value Stream Management for the Lean Office.

TAURIAINEN, M., MARTTINEN, P., DAVE, B. E KOSKELA, L. **Bim and lean construction change design management practices**. 2016

TEZEL, A., TAGGART, M., KOSKELA, L., TZORTZOPOULOS, P., HANAHOE, J. E KELLY, M. **Lean construction and bim in small and medium-sized enterprises (smes) in construction: A systematic literature review**. 2019

TOLEDO, E. S. **Building Information Modeling and Interoperability**. SIGraDi 2009 - Tramitação do 13º Congresso da Sociedade Iberoamericana de Gráficos Digitais, São Paulo, Brasil, Novembro 16-18, 2009, Disponível em <http://itc.scix.net/paper/sigradi2009_1089>.

TUOMI, I. **Data is more than knowledge: implications of the reversed knowledge management and organizational memory**. Journal of Management Information Systems, v. 16, n. 3, p. 103-117, 1999. DOI: 10.1080/07421222.1999.11518258 Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/328803142_Data_is_more_than_knowledge_Implications_of_the_reversed_knowledge_hierarchy_for_knowledge_management_and_organizational_memory>

THOMPSON, D., MINER, R., **Building Information Modeling - BIM: Contractual Risks are Changing with Technology**, 2010. Disponível em: <https://www.academia.edu/1216743/Building_Information_Modeling_BIM_Contractual_Risks_are_Changing_with_Technology>

VANDERGRIFF, L. J. **Welcome to the intelligence age: an examination of intelligence as a complex ventures emergent behavior**. VINE: The Journal of Information and Knowledge Systems, v. 38, n. 4, p. 432-444, 2008. DOI: 10.1108/03055720810917697 Disponível em: <<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/03055720810917697/full/html>>

VERNADAT, F. B, **Enterprise modelling and integration: principles and applications**, London, Chapman & Hall. 1996.

VICENTE, Paulo. **O uso de simulação como metodologia de pesquisa em ciências sociais**. Cad. EBAPE.BR, Rio de Janeiro , v. 3, n. 1, p. 01-09, Mar. 2005 . Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-39512005000100008&lng=en&nrm=iso>. Acessado em 21 Mar. 2021

WANG, P., WU, P., CHI, H.-L., & LI, X. **Adopting lean thinking in virtual reality-based personalized operation training using value stream mapping**. Automation in Construction, 119, 103355. doi:10.1016/j.autcon.2020.103355. 2020

WANG, Y.; AJOKU, P. N.; BRUSTOLONI, J. C.; NNAJI, B. O. **Intellectual Property Protection in Collaborative Design through Lean Information Modeling and Sharing**. Journal of computing and information science in engineering. V.6, 2006.

Wix, J. IDM General Overview. **Information Delivery Manual**. 2008
http://www.iai.no/idm/idm_learning/WS1_IDM_Generally.pdf.

WOMACK, J. P. **Gemba Walks**. Lean Enterprise Institute, Inc. Cambridge, MA 2011.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **Lean thinking-banish waste and create wealth in your corporation**. Journal of the Operational Research Society, Taylor & Francis, v. 48, n. 11, p. 1148–1148, 1997. Disponível em:
<https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2600967>.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004. 408 p.

WU, W.; ISSA, R. R. A. **BIM execution planning in green building projects: LEED as a used case**. Journal of Management in Engineering, 31. 2015

**APENDICE A – TRABALHOS FILTRADOS E SUAS RELAÇÕES COM AS
MALHAS ATRAVÉS DE PALAVRAS CHAVES DAS MALHAS**

Palavra	Autor	Título	Ano	Malha
Construction site / Information management	AKINADE, O.O. <i>et al.</i>	Evaluation criteria for construction waste management tools: towards a holistic BIM framework	2016	Amarela / Roxa
Project cost	AL HATTAB, M.; HAMZEH, F.	Using social network theory and simulation to compare traditional versus BIM–lean practice for design error management	2015	Azul
Engineering / Data / Information management	AMEZIANE, F.	An information system for building production management	2000	Roxa
Challenge	ARAYICI, Y. <i>et al.</i>	Technology adoption in the BIM implementation for lean architectural practice	2011	Vermelha
Building design / Demand	AZZI, M.; DUC, H.; HA, Q. P.	Toward sustainable energy usage in the power generation and construction sectors—a case study of Australia	2015	Verde
Building design	AZZOUZ, A. <i>et al.</i>	Life cycle assessment of energy conservation measures during early stage office building design: A case study in London, UK	2017	Verdeo
Information management / data	BAILEY, K.; FRANCIS, M.	Managing information flows for improved value chain performance	2008	Roxa
Production / Logistics management / Demand	BATAGLIN, F. S. <i>et al.</i>	BIM 4D aplicado à gestão logística: implementação na montagem de sistemas pré-fabricados de concreto engineer-to-order	2018	Azul / Verde
Production / Logistics management / Demand	BORTOLINI, R.; FORMOSO, C. T.; VIANA, D. D.	Site logistics planning and control for engineer-to-order prefabricated building systems using BIM 4D modeling	2019	Azul / Verde
Project management	BRIOSIO, X.	Integrating ISO 21500 Guidance on Project	2015a	Amarela

		Management, Lean Construction and PMBOK		
Engineering	BRIOSIO, X.	Teaching Lean Construction: Pontifical Catholic University of Peru Training Course in Lean Project & Construction Management	2015b	Roxa
Data / Information management / Information modelling	BRUNO, S.; DE FINO, M.; FATIGUSO, F.	Historic Building Information Modelling: performance assessment for diagnosis-aided information modelling and management	2018	Roxa / Verde
Project management / Engineering	DALLASEGA, P. <i>et al.</i>	Augmented and Virtual Reality empowering Lean Construction Management: a project simulation game	2020	Amarela / Roxa
Availability / Production	DAVE, B. <i>et al.</i>	Opportunities for enhanced lean construction management using Internet of Things standards	2016	Amarela / Azul
Information management / Information modelling	DEMIAN, P.; WALTERS, D.	The advantages of information management through building information modelling	2014	Roxa/ Verde
Information management / Building Design / Information modelling	EL. REIFI, M. H.; EMMITT, S.	Perceptions of lean design management	2013	Roxa / Verde
Construction site / Information management	ELMUALIM, A.; GILDER, J.	BIM: innovation in design management, influence and challenges of implementation	2014	Amarela / Verde
Engineering / Data / Information management / Verde	FORZA, C.; SALVADOR, F.	Information flows for high-performance manufacturing	2001	Roxa / Verde
Architecture / Project management / Engineering / Information management	FROESE, T. M.	The impact of emerging information technology on project management for construction.	2010	Amarela / Roxa

Engineering	GÓMEZ CABRERA, A.; QUINTANA PULIDO, N.; ORLANDO ÁVILA DÍAZ, J.	Simulación de eventos discretos y líneas de balance, aplicadas al mejoramiento del proceso constructivo de la cimentación de un edificio	2015	Roxa
Architectre / Engineering / Production / Visualization	HEIGERMOSER, D. <i>et al.</i>	BIM-based Last Planner System tool for improving construction project management	2019	Amarela / Roxa / Azul / Vermelha
Availability / Logistics management	IRIZARRY, J.; KARAN, E. P.; JALAEI, F.	Integrating BIM and GIS to improve the visual monitoring of construction supply chain management	2013	Amarela / Azul
Data	JOBLLOT, L. <i>et al.</i>	Building Information Maturity Model specific to the renovation sector	2019	Roxa
Production / Information modelling	JUPP, J.	4D BIM for Environmental Planning and Management.	2017	Azul / Verde
Construction site / project cost	KIM, Y.-W. <i>et al.</i>	Environmental impacts comparison between on-site vs. Prefabricated just-in-time (prefab-jit) rebar supply in construction projects	2013	Amarela / Azul
Information management / Project managment	LEE, G.; BORRMANN, A.	BIM policy and management	2020	Amarela / Roxa
Architectre	LI, X. <i>et al.</i>	Mapping the knowledge domains of Building Information Modeling (BIM): A bibliometric approach	2017	Amarela
Project management / Project cost / Information modelling	LIN, Y.-C.	Use of bim approach to enhance construction interface management: a case study	2015	Amarela / Azul / Verde
Production	MATAR, M.	A system engineering approach for realizing sustainability in infrastructure projects	2017	Azul
Production	MO, J. P. T.	The role of lean in the application of information technology to manufacturing	2009	Azul
Architectre / Engineering / Data	MORLHON, R.; PELLERIN, R.; BOURGAULT, M.	Building Information Modeling Implementation through Maturity Evaluation	2014	Amarela / Roxa

		and Critical Success Factors Management		
Project management / Data / Visualization	MURGUIA, D. <i>et al.</i>	Process Integration Framework for the Design Phase of a Residential Building.	2017	Amarela / Roxa / Vermelha
Data / Production	NASCIMENTO, D. L. DE M. <i>et al.</i>	Constructability in industrial plants construction: a bim-lean approach using the digital obeya room framework.	2017	Roxa / Azul
Engineering / Information modelling	NATH, T. <i>et al.</i>	Productivity improvement of precast shop drawings generation through BIM-based process re-engineering	2015	Roxa / Verde
Architectute / Availability / Engineering / Evolution	NNAJI, B. O.; WANG, Y.; KIM, K.-Y.	Cost-Effective Product Realization: Service-Oriented Architecture for Integrated Product Life-cycle Management	2004	Amarela / Roxa
Production	NOWOTARSKI, P.; PASŁAWSKI, J.; MATYJA, J.	Improving Construction Processes Using Lean Management Methodologies – Cost Case Study	2016	Azul
Architectute / Engineering / Data / Information management	OZTURK, G. B.	Interoperability in building information modeling for AECO/FM industry	2020	Amarela / Roxa
Project management / Engineering / Data / Information management / Production	OZTURK, G. B.	Digital Twin Research in the AECO-FM Industry	2021	Amarela / Roxa / Azul
Production / Logistics management / Project cost	RECK, R. H. <i>et al.</i>	Diretrizes para a definição de lotes de montagem de sistemas pré-fabricados de concreto do tipo engineer-to-order	2020	Azul
Production / Logistics management / Organisation	RIEZEBOS, J.; KLINGENBERG, W.; HICKS, C.	Lean Production and information technology: Connection or contradiction?	2009	Azul / Verde

Production / Visualization	SACKS, R.; RADOSAVLJEVIC, M.; BARAK, R.	Requirements for building information modeling based lean production management systems for construction	2010	Azul / Vermelha
Data / Information management / Visualization	SÁNCHEZ-RIVERA, O. G. <i>et al.</i>	BIM 5D models and Lean Construction for planning work activities in reinforced concrete bridges.	2017	Roxa / Vermelha
Data	SINGH, S.; KUMAR, K.	A study of lean construction and visual management tools through cluster analysis.	2021	Roxa
Data	SOMAN, R. K.; MOLINA-SOLANA, M.; WHYTE, J. K.	Linked-Data based Constraint-Checking (LDCC) to support look-ahead planning in construction.	2020	Roxa
Building design	SUN, Q.; TURKAN, Y.	A BIM-based simulation framework for fire safety management and investigation of the critical factors affecting human evacuation performance	2020	Verde
Building design	TAURIAINEN, M. <i>et al.</i>	The Effects of BIM and Lean Construction on Design Management Practices.	2016	Verde
	TRIBELSKY, E.; SACKS, R.	An Empirical Study of Information Flows in Multidisciplinary Civil Engineering Design Teams using Lean Measures.	2011	
Demand	USTINOVICHUS, L. <i>et al.</i>	BIM-based process management model for building design and refurbishment.	2018	Verde
Project management / Engineering / Organisation	VAN DER MERWE, A. P.	Project management and business development: integrating strategy, structure, processes and projects.	2002	Amarela / Roxa / Verde
Production	VARGAS, F. B. DE; FORMOSO, C. T.	Método para planejamento e controle da produção baseado em zonas de trabalho com o apoio de BIM	2020	Azul

ANEXO 1 – PERMISSÃO DE USO DE MATERIAL

PERMISSÃO DE USO DE MATERIAL PROTEGIDO POR DIREITOS AUTORAIS

Este acordo de direitos autorais (ATR INCORPORADORA BIM EXECUTION PLAN) é feito em 21/03/2021.

Entre: a Cedente **ATR INCORPORADORA LTDA**, pessoa jurídica de direito privado, inscrita no CNPJ sob n. 19.161.749/0001-49, neste ato representada pelo RAFAEL ROSA, portador do CPF n. 047.143.239-38, sito a Rua Francisco Toczec, 567, apto 402 - Afonso Pena - São José dos Pinhais. CEP 83.045-100.

E: o Cessionário **Marco Deouro Deritti**, aluno do programa de pós-graduação em Engenharia da Construção Civil da Universidade Federal do Paraná, sob o n. de matrícula 201800111967, portador do CPF de n. 088.126.699-05, residente na Rua Candido Xavier, 1000, apto 604, -Vila Izabel -Curitiba PR, CEP 80.320-220.

PARA BOA CONSIDERAÇÃO, o Cedente, como detentor dos direitos autorais, concede permissão para o Cessionário, reimprimir, publicar e utilizar em pesquisas acadêmicas e publicações de artigos científicos o seguinte material:

PLANO DE EXECUÇÃO DE PROJETOS BIM PARA ARANDÁ

O material citado acima será utilizado como referência de BEP para o desenvolvimento da dissertação intitulada **APLICAÇÃO DA GESTÃO ENXUTA DA INFORMAÇÃO NO FLUXO DE MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO**, com o objetivo de subsidiar diretrizes para a simulação de modelagem em BIM que será executada no corpo da dissertação.

Testemunho aqui, que as partes aqui presentes executaram este Acordo a partir da primeira data escrita acima.

Cedente

RAFAEL HENRIQUE ROSA:04714323938
8

Assinado de forma digital por
RAFAEL HENRIQUE
ROSA:04714323938
Data: 2021.03.21 19:06:14
+0100'

Assinatura Autorizada

Cessionário
**MARCO
DEOURO
DERITTI:**

08812669905

Assinatura Autorizada

Digitally signed by MARCO DEOURO
DERITTI:08812669905
DN: c=BR, o=Universidade Federal do
Paraná, ou=Curitiba, ou=Engenharia de
Construção Civil, ou=CURITIBA, ou=CURITIBA
DERITTI:08812669905
Reason: I agree to the terms defined by the
placement of my signature in this document
Location: your signing location here
Date: 2021.03.20 19:17:27-0300
-----BEGIN-----